

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И НАУК О ЗЕМЛЕ  
КАФЕДРА ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**



**ХІІІ РЕСПУБЛІКАНСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**Сборник научных трудов**

**18 ноября 2021 года**

**Донецк**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И НАУК О ЗЕМЛЕ  
КАФЕДРА ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**XIII РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

# **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**Сборник научных трудов**

**Донецк, 18 ноября 2021 года**

УДК 622.261

**«Комплексное использование природных ресурсов»**, XIII Республиканская научная конференция, сборник научных трудов (18 ноября 2021 г., Донецк) / ред. М. Н. Шафоростова, Д. А. Козырь, Д. А. Макеева – Донецк: ДОННТУ, 2021. – 114 с.

В сборнике представлены материалы научной конференции «Комплексное использование природных ресурсов», в которых отражены вопросы разработки и использования технологий по комплексному использованию природных ресурсов, очистки сточных вод, обращению с отходами, рациональному использованию природных ресурсов, организационные и социально-экономические аспекты рационального природопользования.

Редакторы:

к.н.г.у., доц. Шафоростова М. Н.  
к.т.н. Макеева Д. А.

Ответственный за выпуск:

к.т.н. Козырь Д. А.

ДОННТУ, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Агарков А.В. ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ШАХТНОЙ СРЕДЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ГАЗОВУЮ ОБСТАНОВКУ АВАРИЙНОГО УЧАСТКА И ДОСТОВЕРНОСТЬ ЕЕ КОНТРОЛЯ ДИСТАНЦИОННЫМ СПОСОБОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА	6
Агарков А.В. СОЕДИНЕНИЕ СЕКЦИЙ МАГИСТРАЛИ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОТБОРА ПРОБ ПОЖАРНЫХ ГАЗОВ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ШАХТАХ	10
Александрова А.А., Сердюк А.И. ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ИСТОЧНИКИ	13
Александрова А.А., Козырь Д.А. ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ ТБО В ДНР И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ	16
Безлепкин Д.В., Ефимов В.Г. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРАТЕГИИ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ,	18
Бикашвили М. Г., Рябов А.С., Кралин А.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ СМЕСЕЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	21
Борздыко Е.В., Прокопенко И.А., Афонин Н.А., Тищенко А.А., Панченко М.А. ИНДИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ТКАНЕЙ ФИТОМАССЫ ДЕНДРОФЛОРЫ Г. СМОЛЕНСК	24
Гайворонская А.А. ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ КАК ИНДИКАТОР ИХ УСТОЙЧИВОСТИ	28
Гутовская О. А., Макеева Д.А. СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И ДРУГИХ СТРАН	31
Долженков А.Ф., Мачикина Д.А., Дрягин В.В. АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ В ПЕРИОД ЗА 2018-2020 ГОД	34
Иванова В. А., Зубцова Т.И. ПРОЦЕСС ВОДОПОДГОТОВКИ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ ТОВАРОВ	38
Игнатенко Е.М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА КАРЬЕРЕ АО «СТОЙЛЕНСКИЙ ГОК»	41
Каражия Д.В, Ефимов В.Г. К ПРОБЛЕМЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ	44
Клименко Д.В., Рутковская Д.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	46
Ковихов А.С., Хазипова В.В., Мнускина Ю.В., Лапина Л.В. ОЦЕНКА РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА	49
Коломоец А.С., Скаженик В.Б. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЦЕН НА УГОЛЬ	54
Колотушкин Р. Р., Волкова Е.И. ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ	57

Комарницкая И.А., Берестовая А.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОАГУЛЯНТОВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В ПРОЦЕССАХ ВОДОПОДГОТОВКИ.....	61
Корнев Н. А. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	64
Кудогоцев Н.С. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ.....	67
Лебедев Е. А., Сердюк А.И. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛИКВИДИРОВАННОЙ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ГОРОДА ДОНЕЦКА .....	70
Лузанова Д.Э., Седова Е.В. ПРОГНОЗНЫЕ КРИТЕРИИ ПОИСКОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ПРИМЕРЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ.....	74
Максимов В.А., Головатенко Е.Л. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.....	78
Машкарёв П.С., Степаненко Т.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОАГУЛЯНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ШАХТЫ «ЩЕГЛОВСКАЯ-ГЛУБОКАЯ».....	79
Нестеренко В.М. ОЦЕНКА ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ УРОЧИЩА ЗАСТАВИЩЕ Г. БРЯНСКА.....	82
Нестеренко М.А. СОЗДАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА МЕСТНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ AUTOCAD.....	85
Пигарева З.В., Головатенко Е.Л. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНЫХ ВОД ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО И ХОЗЯЙСТВЕННОГО-БЫТОВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	88
Соболева О.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОДНИКОВЫХ ВОД БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ (ПАСПОРТИЗАЦИЯ 2019-2021 ГГ.).....	90
Сырых А. А., Кутилева Д.С., Макеева Д.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ.....	94
Тюрин М. Д., Сердюк А.И. ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ БУТЫЛОК ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТОВОГО ПЛАСТИКА.....	97
Череватова А.Ю., Терехов К.В., Писаренко А.В., Левченко Л.Г. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	99
Шафоростова М.Н. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	102
Юрьев С.О., Козырь Д.А., Макеева Д.А. ОЦЕНКА УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНЕ ТБО.....	105
Ярчак А. П., Мачикина Д.В. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ ДОЛОМИТА НА СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....	108
Лёдова А.В., Ефимов В.Г. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛАЗЕРОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ОБЪЕКТОВ.....	112



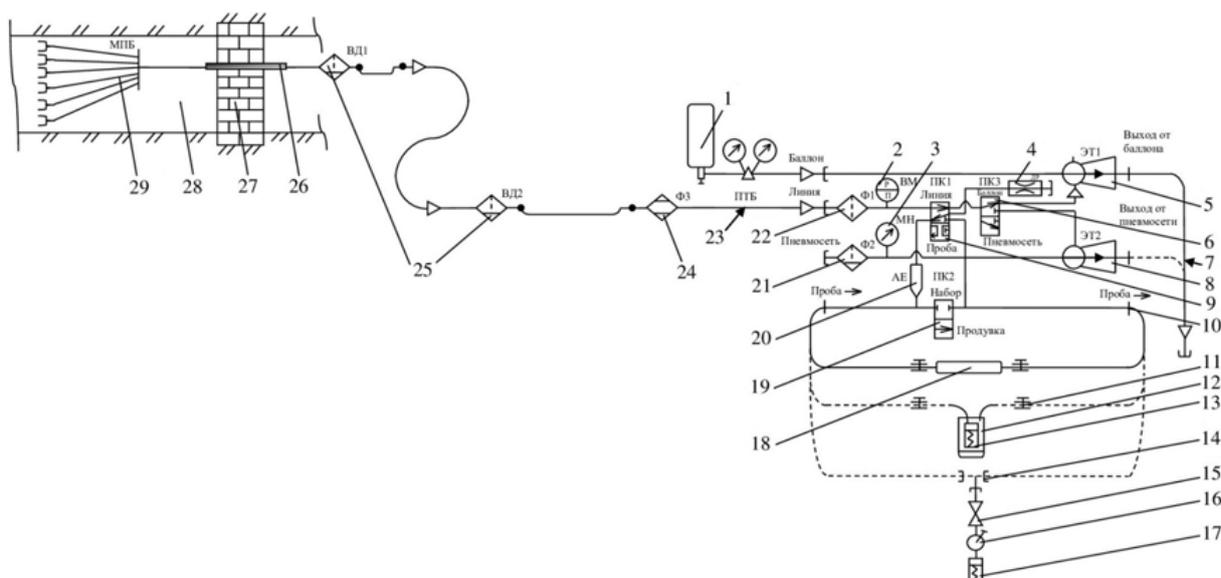


Рисунок 2 - Принципиальная пневматическая схема усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха:

1 – баллон (с редуктором) со сжатым воздухом; 2 – вакуумметр; 3 – манометр; 4 – дроссель; 5, 8 – эжекторы; 6, 9, 19 – краны выбора режимов работы и питания; 7 – отводной трубопровод для сброса воздуха в окружающую среду; 10 – штуцеры «Проба»; 11 – зажимы Мора; 12 – буферный резервуар для набора пробы шахтного воздуха в камеру (пробонаборное устройство); 13, 17 – камеры для отбора проб шахтного воздуха; 14 – Т-образный соединительный тройник; 15 – кран шаровой; 16 – вакуумная груша; 18 – бюретка; 20 – аккумулирующая емкость; 21 – фильтр для очистки воздуха, подаваемого из пневмосети; 22 – фильтр для очистки отбираемой пробы шахтного воздуха от пыли и механических примесей; 23 – пробоотборный трубопровод; 24 – фильтр-осушитель; 25 – фильтры-влагоотделители; 26 – металлическая труба, монтируемая в изолирующее сооружение при его возведении; 27 – изолирующее сооружение; 28 – изолированное пространство аварийного участка или горной выработки; 29 – многоточечный пробоотборник

Так, из работы [2] известно, что в пробе, отобранной при температуре 80 °С и содержании водяных паров 45 %, в результате анализа концентрация метана составила 4,0 %, а фактически в пожарных газах она равнялась 2,4 %. Для определения концентраций компонентов, входящих в состав газовой смеси, использована теория гетерогенного равновесия двухкомпонентных систем. Считая, что в состав шахтной среды, из которой была отобрана проба, входят водяной пар и сухая газоздушная смесь, можно определить мольную долю сухой смеси  $y$ , м.д., по формуле:

$$y = A / (A + B), \quad (1)$$

где  $A$  – количество киломолей сухой газоздушной смеси, кмоль;

$B$  – количество киломолей водяных паров, кмоль.

Имея результат лабораторного анализа пробы, можно получить мольные доли каждого компонента газоздушной смеси  $y_{i,k}$ , м.д., по зависимости:

$$y_{i,k} = y \frac{C_{i,k,k}}{100 \%}, \quad (2)$$

где  $y_{i,k}$  – мольная доля  $i$ -го компонента;

$C_{i,k,l}$  – концентрация компонента по результатам анализа, %.

Зная, что для газов мольная доля компонента равна его концентрации, получим концентрацию каждого компонента в пожарном участке. Сравнивая полученные результаты с результатами химического анализа, можно определить относительную погрешность, обусловленную температурой и влажностью. Для этого необходимо

определить, какая масса водяных паров находится в 1 кг шахтного воздуха, то есть влагосодержание, которое имеет разные значения при разной температуре и атмосферном давлении, но не может превысить некоторое максимальное для определенных условий.

В связи с тем, что влажный воздух рассматривается при барометрическом давлении и сравнительно низких температурах, он отвечает условиям, при которых газ можно считать идеальным и для него будет справедливо уравнение состояния идеального газа. Тогда влагосодержание равно:

$$d = 0,622 \frac{\varphi P_{\text{н.п.}}(t)}{P - \varphi P_{\text{н.п.}}(t)}, \quad (3)$$

где  $\varphi$  – относительная влажность воздуха, %;

$P_{\text{н.п.}}(t)$  – парциальное давление пара в зависимости от температуры, Па;

$P$  – барометрическое давление, Па.

Парциальное давление пара и влагосодержание можно определить по таблицам перегретого пара, где аргументом является температура при определенном значении барометрического давления. Молекулярный вес сухой газовоздушной смеси определяется через молекулярные веса компонентов и их концентрации, полученные в результате химического анализа. В упрощенных расчетах можно использовать известное значение молекулярного веса воздуха.

В результате проведенных расчетов получены графические зависимости между относительной погрешностью содержания газа, температурой и относительной влажностью (рис. 3).

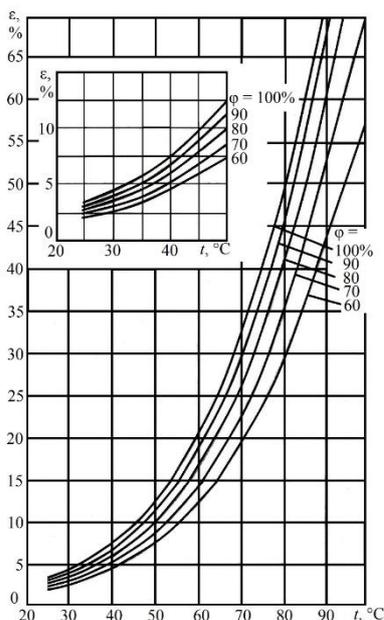


Рисунок 3 - Погрешность определения содержания метана в зависимости от относительной влажности  $\varphi$ , %, и температуры  $t$ , °C

Анализ графических зависимостей между относительной погрешностью содержания газа, температурой и относительной влажностью (рисунок 3) показывает, что за счет охлаждения пробы и конденсации влаги содержание газовых компонентов, установленных в лаборатории, превышает их фактические значения в шахтной среде. С увеличением температуры и влажности шахтной среды относительная погрешность между фактическим содержанием газовых компонентов и их значениями, установленными в лаборатории, растет до 50 %. В случае, если пробы были отобраны при

температуре до 45 °С, погрешность не превышает 10 % даже при влагонасыщенном воздухе, то есть влиянием температуры и влажности здесь можно пренебречь.

Результаты проведенных исследований необходимы при управлении работами по ликвидации аварий в шахтах с целью обеспечения безопасности горноспасателей.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Федоренко, Е. И. Проблема подземных пожаров и их тушение на больших глубинах в угольных шахтах / Е. И. Федоренко, С. С. Кобылкин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва : ООО «Горная книга», 2011. – № 8. – С. 197-207.

2. Агарков, А. В. Исследование эффективности применения трубопроводов малого диаметра для дистанционного отбора проб пожарных газов при ведении аварийно-спасательных работ в шахтах / А. В. Агарков // Вестник Академии гражданской защиты : науч. журн. – Донецк : ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2021. – № 2 (26). – С. 41-50.

# СОЕДИНЕНИЕ СЕКЦИЙ МАГИСТРАЛИ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОТБОРА ПРОБ ПОЖАРНЫХ ГАЗОВ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ШАХТАХ

Агарков А.В., ассистент

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР

Значительным препятствием на пути к достижению высоких показателей работы горной промышленности являются подземные пожары [1]. С целью обеспечения безопасности горноспасатели применяют дистанционный контроль газовой обстановки на значительном расстоянии путем отбора проб пожарных газов по заранее проложенной магистрали пробоотборного трубопровода с последующим их анализом в лаборатории. Это позволяет выполнять оценку состояния пожара (степени его развития или затухания) и вероятности взрыва газозвушной смеси путем достоверного определения концентраций метана, кислорода, водорода, оксида и диоксида углерода [2, 3].

Однако недостатком, влияющим на достоверность получения данных о газовой обстановке аварийного участка, является разбавление отбираемой пробы воздухом нормальной среды вследствие нарушения герметичности в местах соединения газовой магистрали (пробоотборного трубопровода).

Согласно работе [2], в качестве газовой магистрали (пробоотборного трубопровода) следует использовать трубы напорные из полиэтилена или из непластифицированного поливинилхлорида с наружным номинальным диаметром от 12 до 16 мм и толщиной стенки 2 мм, с точки зрения их массы, срока службы, устойчивости к перепадам температур, образованию скручиваний и заломов, а также размерности отдельных секций и других условий, в том числе – оптимального времени продувки магистрали для оперативного отбора проб. Перспективным направлением исследований в рамках тематики контроля газовой обстановки при авариях в шахтах является выбор приспособлений для герметичного соединения отрезков газовой магистрали дистанционного отбора проб пожарных газов.

На основании научно-технического анализа [3], для соединения отрезков газовой магистрали (трубопровода) предложено использовать следующие приспособления: конусные переходные штуцеры от 8 до 12 мм с последующим закреплением концов хомутами, компрессионные обжимные фитинги и быстроразъемные соединения, представленные на рис. 1.

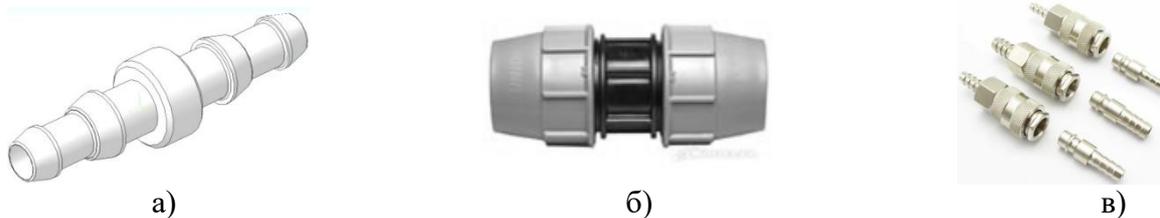


Рисунок 1 - Приспособления для соединения отрезков газовой магистрали:

а) конусный переходный штуцер от 8 до 12 мм; б) компрессионный обжимной фитинг; в) быстроразъемные соединения

Эффективность применения данных приспособлений была проверена в ходе экспериментальных исследований с использованием усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха (рис. 2). Использовались бухты пробоотборных трубопроводов с наружным номинальным диаметром 16 мм и толщиной стенки 2 мм, секциями по 100 м и общей длиной магистрали – 1000 м.

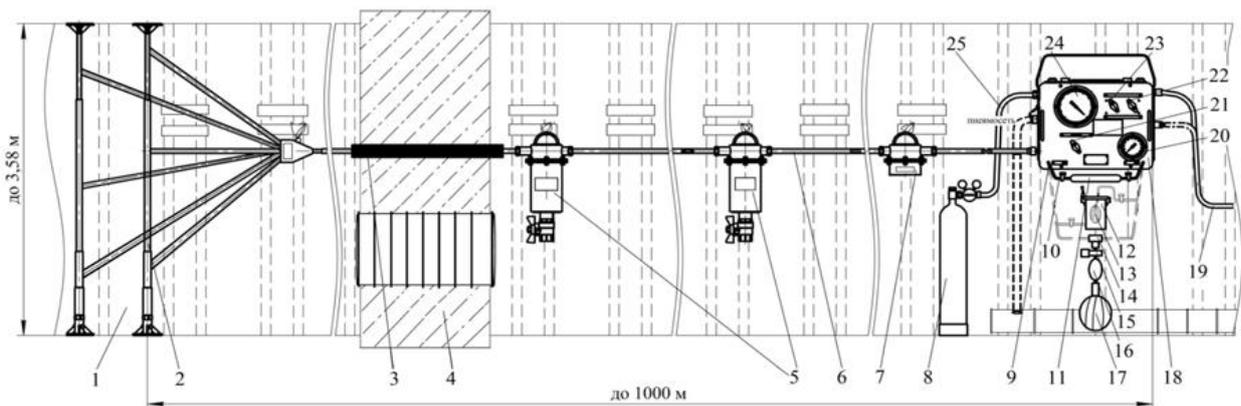


Рисунок 2 - Общий вид усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха: 1 – изолированное пространство аварийного участка; 2 – многоточечный пробоотборник; 3 – металлическая труба, монтируемая в изолирующее сооружение при его возведении; 4 – изолирующее сооружение; 5 – фильтры-влагоотделители; 6 – пробоотборный трубопровод; 7 – фильтр-осушитель; 8 – баллон (с редуктором) со сжатым воздухом; 9 – штуцеры «Проба»; 10 – соединительные трубки с зажимами Мора; 11 – бюретка; 12 – буферный резервуар для набора пробы шахтного воздуха в камеру (пробонаборное устройство); 13, 17 – камеры для отбора проб шахтного воздуха; 14 – Т-образный соединительный тройник; 15 – кран шаровой; 16 – вакуумная груша; 18 – установка эжекторная УЭ-1М; 19 – отводной трубопровод для сброса воздуха в окружающую среду; 20 – манометр; 21, 22, 23 – краны выбора режимов работы и питания; 24 – вакуумметр; 25 – рукав соединительный

После прокладки пробоотборного трубопровода в условиях полигона и соединения всей магистрали осуществляли ее проверку на герметичность согласно принципиальной схеме (рис. 3).

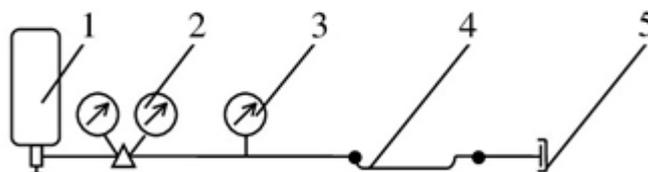


Рисунок 3 - Принципиальная схема проверки газовой магистрали на герметичность: 1 – баллон со сжатым воздухом; 2 – редуктор давления воздуха; 3 – мановакуумметр МВПЗ-У; 4 – газовая магистраль (пробоотборный трубопровод); 5 – пробка резиновая конусная

Методика проверки: заглушить конец газовой магистрали 4 (рисунок 3) пробкой резиновой конусной 5, установить мановакуумметр МВПЗ-У 3 на пробоотборный трубопровод через Т-образный соединительный тройник, соединить отвод редуктора давления воздуха 2 с Т-образным соединительным тройником, подключить редуктор к баллону со сжатым воздухом 1 и создать избыточное давление 200 кПа в трубопроводе 4. После осуществлять в несколько этапов проверку газовой магистрали (соединенную отдельно каждым видом предложенных приспособлений): если в течение 15...25 мин падение давления не наблюдается, то магистраль 4 герметична. В случае утечки воздуха место повреждения или негерметичного соединения отрезков магистрали 4 необходимо определять, следуя по маршруту прокладки пробоотборного трубопровода 4 (будет слышен характерный свист или шипение), и (или) методом «вилки»: магистраль 4 делить пополам и любую половину проверять на герметичность описанным выше способом до тех пор, пока не будет выявлено место нарушения герметичности. Поврежденный участок трубопровода 4, в случае его наличия, следует заменить новым.

В табл. 1 представлен перечень средств измерения, использованных при проведении экспериментальных исследований.

Таблица 1 - Перечень средств измерения, использованных при проведении экспериментальных исследований

Наименование	Тип средства измерения	Диапазон измерений	Точность (класс, погрешность)
Секундомер механический	СОСпр-26-2-000	0...60 мин 0...60 с	Кл. 2
Рулетка измерительная металлическая	P10 УЗК	0...10 м	ц.д. 1 мм
Мановакуумметр	МВПЗ-У	-1...+3 кгс/см <sup>2</sup>	Кл. 1,5

Экспериментальные исследования показали, что предложенные в работе [3] приспособления (рис. 1) позволяют герметично соединять отрезки газовой магистрали, однако наиболее оптимальными для использования в шахтных условиях являются компрессионные обжимные фитинги, принцип действия которых заключается в следующем: цанга обжимает трубопровод, надетый на штуцер фитинга. Обжим происходит путем затягивания обжимной гайки. В процессе затягивания гайки цанга начинает деформироваться и давить на внешнюю поверхность трубопровода, прижимая его внутреннюю поверхность к штуцеру, при этом цанга представляет разрезное латунное кольцо (специальную разрезную втулку). Быстроразъемные соединения и переходные штуцеры являются часто используемыми приспособлениями в производстве, однако требуют дополнительное время и вспомогательные материалы (соединительные хомуты и прочее) для монтажа-демонтажа магистрали.

Дистанционный контроль газовой обстановки при ликвидации пожаров в шахтах является одной из важных составляющих для создания безопасных условий труда горноспасателей.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Федоренко, Е. И. Проблема подземных пожаров и их тушение на больших глубинах в угольных шахтах / Е. И. Федоренко, С. С. Кобылкин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва : ООО «Горная книга», 2011. – № 8. – С. 197-207.

2. Агарков, А. В. Выбор трубопровода для дистанционного отбора газовых проб при ведении горноспасательных работ / А. В. Агарков // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования : науч. журн. – Донецк : ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР. – 2020. – № 1 (5). – С. 33-39.

3. Агарков, А. В. Исследование эффективности применения трубопроводов малого диаметра для дистанционного отбора проб пожарных газов при ведении аварийно-спасательных работ в шахтах / А. В. Агарков // Вестник Академии гражданской защиты : науч. журн. – Донецк : ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2021. – № 2 (26). – С. 41-50.

## ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ИСТОЧНИКИ

Александрова А.А. студентка, Сердюк А. И., д.х.н., профессор  
ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Проблема создания энергосберегающих технологий является одной из главных задач современного техногенного общества. Успехи в развитии водородных технологий продемонстрировали, что использование водорода и водородсодержащих топлив приводит к качественно новым показателям в работе энергетических систем. Преимущество водородной энергетики в том, что водород можно не сжигать, а электрохимически окислять, то есть непосредственно превращать в электроэнергию, минуя стадию сжигания. В этом случае намного выше КПД, абсолютно отсутствуют выбросы, нет никаких тепловых загрязнений. Водород также считается хорошим топливом. Большинство авиа-, автопроизводителей, а также производителей водных судов сейчас очень активно работают в этом направлении.

В настоящее время полагают, что попытки пересадить планету на электромобили обречены на неудачу, а водородный транспорт станет обыденностью совсем скоро. К такому выводу пришли британские эксперты, которые прогнозируют взрывной рост продаж автомобилей с водородными двигателями к 2025 году. По сути водородный транспорт, это — тот же электромобиль, только с другим аккумулятором. Емкость водородного аккумулятора в десять раз больше емкости литий-ионного. Баллон с 5 кг водорода заправляется около 3 минут, его хватает до 500 км. Плюсы водородного двигателя - экологичность при использовании. Водородный транспорт не выбрасывает в атмосферу диоксид углерода, имеет высокий уровень коэффициента полезного действия, например у двигателя внутреннего сгорания (ДВС) он составляет около 35%, а у водородного — от 45%. Водородный автомобиль сможет проехать на 1 кг водорода в 2,5-3 раза больше, чем на эквивалентном ему по энергоемкости и объему галлоне (3,8 л) бензина, бесшумная работа двигателя, более быстрая заправка — особенно в сравнении с электрокарами, сокращение зависимости от углеводородов. Водородным двигателям не нужна нефть, запасы которой не бесконечны и к тому же сосредоточены в нескольких странах [1]. Это позволяет нефтяным государствам диктовать цены на рынке, что невыгодно для развитых экономик других стран.

Первый патент на водородный двигатель выдали в Великобритании в 1841 году. В 1852 году в Германии построили ДВС, который работал на воздушно-водородной смеси. Еще через 11 лет французский изобретатель Этьен Ленуар сконструировал автомобиль, первые версии которого работали на водороде [2].

Но у водорода присутствуют и минусы. Водород обладает высокой летучестью, проникает даже в небольшие щели и легко воспламеняется, имеет высокую стоимость, для заправки водородом нужны специальные станции, до 95% сырья для водородного топлива получают из углеродсодержащих ископаемых, кроме того, при создании топлива используют паровой риформинг метана, для которого нужны углеводороды. Так что и здесь возникает зависимость от природных ресурсов.

К отрицательным свойствам водорода (по сравнению с природным газом) следует отнести более низкую теплоту сгорания ( $3050 \text{ ккал/м}^3$  против  $9572 \text{ ккал/м}^3$  для метана, или соответственно  $12\,750$  и  $40\,000 \text{ кДж/м}^3$ ), необходимость большего производственного объема для хранения (при равных потенциалах хранимого тепла), более высокий уровень генерируемой влаги при равных количествах высвобождаемой тепловой энергии ( $0,35 \text{ м}^3$  против  $0,22 \text{ м}^3$  для метана), т. е. при использовании водорода в качестве теплоносителя при сгорании в замкнутом объеме образуется большее количество конденсата. Концентрационные пределы взрываемости водорода (4,1 – 75%) значительно шире, чем природного газа (5 - 15%), потому что, несмотря на более высокую температуру начала

воспламенения (510 °С), необходимая для этого энергия активации у водорода в десять раз ниже, чем у метана [1, 2].

Водород для топлива можно получать разными способами. В зависимости от того, насколько они безвредны, итоговый продукт называют «желтым» или «зеленым». Желтый водород — тот, для которого нужна атомная энергия. Зеленый — тот, для которого используют возобновляемые ресурсы. Стоит еще добавить такой термин, как «черный водород», который получают электролизом водных растворов с использованием электроэнергии, получаемой на угольных тепловых электростанциях. В настоящее время он составляет 95 % всего количества водорода.

Именно на «зеленый» водород делают ставку международные организации. Возобновляемые источники электрической энергии - это энергоресурсы постоянно существующих природных процессов, а также энергоресурсы продуктов жизнедеятельности биоцентров растительного и животного происхождения [3, 4]. К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) относят энергию солнечного излучения, потоков воды, ветра, биомассы, тепловую энергию верхних слоев земной коры и океана. ВИЭ можно классифицировать по видам энергии:

- механическая энергия;
- тепловая и лучистая энергия;
- химическая энергия.

**Механическая энергия (энергия ветра и потоков воды).** Воздушные массы, перемещаясь в атмосфере, обладают большим кинетическим потенциалом. Воздух давит на лопасти крыльев двигателей и вращает их. Такое движение сообщается механизмам, выполняющим работу (переводят ее в электричество). Данный способ извлечения энергии, несмотря на высокую стоимость самих установок, используется в зонах с равнинным ландшафтом. Неудобство источника – непостоянство ветра, особенно в зимний период времени.

**Энергия солнечного излучения и тепла Земли.** Сила излучения Солнца в несколько раз превосходит все другие ВИЭ. Однако большая часть лучей нейтрализуется по пути к Земле благодаря атмосфере. Существует масса установок для преобразования солнечной радиации: от простых сушилок и нагревателей воды до сверхдорогих фотоэлектрических установок, используемых в промышленности. В зимний период времени многие из устройств не функционируют из-за того, что засыпаны снегом.

**Химическая энергия.** Биомассой считаются различные органические отходы (сельскохозяйственных работ, деревообрабатывающей и бумажной промышленности). В результате переработки сырья в атмосферу выделяется лишь двуокись углерода. В настоящее время площади, занятые сельскохозяйственными культурами сокращаются и выращивать растения для получения биомассы негде.

Альтернативные источники энергии включают возобновляемые и другие не возобновляемые, но не углеродсодержащие виды энергии- энергию расщепления атома. Назначение альтернативных источников – поиск новых способов получения энергии, способных заменить традиционные виды. Возобновляемые ресурсы отвечают обоим требованиям [5].

К возобновляемым энергоресурсам принадлежат результаты процессов, постоянно происходящих на планете. Такими источниками являются:

- приливы и отливы;
- солнечное излучение;
- поверхность мирового океана;
- ветер;
- потоки воды;

**Приливы и отливы воды.** За счет действия гравитации Луны и Солнца на Земле существует явление приливов и отливов. Во время прилива уровень воды поднимается, по аналогии с действием ГЭС. Во время отлива может вырабатываться энергия. Для этого в

прибрежных районах сооружают приливные электростанции (ПЭС) с генераторами, насосными установками [3]. Однако этот источник энергии настоящее время мало используется.

**Ветер.** Ветер явление, широко применяющееся в качестве источника. Он возникает за счет разницы давления в атмосфере и обладает кинетическим потенциалом [3]. В зимний период времени ветровые преобразователи энергии зачастую покрываются льдом и становятся малоэффективными.

**Водные потоки.** Основной источник в гидроэнергетике – напор. Для этого строятся гидроэлектростанции (ГЭС), перекрывающие русла рек. Образовывающиеся водохранилища и разница уровней воды создают напор, вращающий турбины, от которых генераторы вырабатывают электричество [4]. Гидроэлектростанции (ГЭС) стали одним из надежных возобновляемым поставщиком энергии. В настоящее время потенциал всех источников получения гидроэлектроэнергии практически исчерпан.

В каждой стране в настоящее время наблюдается существенный сдвиг в сторону ВИЭ как экологически устойчивой и благоприятной для климата альтернативы для создания энергии.

В России в 2014 году появился свой производитель водородных топливных ячеек — AT Energy. Компания специализируется на аккумуляторных системах для дронов, в том числе военных. Именно ее топливные ячейки использовали для беспилотников, которые снимали Олимпиаду-2014 в Сочи. С 2018 года водородная энергетика – приоритетное направление научно-технического развития Госкорпорации «Росатом». Российская атомная отрасль обладает существенным технологическим и научно-исследовательским потенциалом по развитию основных методов производства водорода – как паровой конверсии метана, так и электролизного производства. Одна из приоритетных технологических задач - обеспечить минимизацию выбросов углекислых газов при производстве водорода. Научная деятельность уже ведется крупнейшими научно-конструкторскими организациями отрасли, в 2019 году были получены первые результаты, по оценке развития собственных технологий производства. Согласно разработанной Минэнерго РФ «дорожной карте», в ближайшие годы «Росатом» планирует испытать пилотную установку по производству водорода на АЭС и выступить одним из партнеров строительства полигона по отработке внедрения водорода на железнодорожном транспорте.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Реутов, Б.Ф. Развитие НИОКР в области водородной энергетики в России [Электронный ресурс] - <http://www.energsovet.ru/stat311.html>
2. Козлов, С. И. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы. - М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. - 520 с.
3. Панич, А. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] - <http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/21/sn32118.html>
4. Твайделл, Дж., Уэйр, А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. - М. Энергоатомиздат. 1990. - 392 с.
5. Глухов, В.В. Некрасова, Т.П. Экономические основы экологии. 3-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 384 с.

## ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ ТБО В ДНР И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

Александрова А.А. студентка, Козырь Д.А, к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

На протяжении всего существования человечества образовалось огромное количество отходов. В последние десятилетия наблюдается значительный рост потребления, который приводит к увеличению количества твердых бытовых отходов (ТБО). Объем накопленных отходов уже достиг 2100 млрд. тонн. Однако, несмотря на научно-технический прогресс и развитые технологии, вопрос об утилизации и обращении с твердыми бытовыми отходами остается актуальным и не решенным до настоящего времени. Твёрдые бытовые отходы (ТБО) - отходы, которые образуются в процессе жизнедеятельности человека и накапливаются в жилых домах, учреждениях общественных, учебных, лечебных, торговых и других учреждениях и не имеют дальнейшего использования по месту их образования. Серьезную проблему представляют ТБО и для жителей Донбасса, на территории которого с каждым годом увеличивается количество отходов, полигонов и несанкционированных мусорных свалок, а решение данной проблемы требует значительных денежных вложений и активное участие населения и местных властей [1].

Согласно данным государственной статистической отчетности в 2018 году на территории Республики субъектами хозяйствования образовано 7 246 831,160 т отходов, и большая часть отходов IV класса опасности (их образовано 7 244 930,198 т) захоранивается на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов. Средний показатель заполнения полигонов ТБО по Республике на сегодняшний день составляет более 67 %. При этом ряд объектов достигли проектных (расчетных) показателей заполнения свыше 90 %. На 2020 г. в городе Донецке, как в промышленном центре, вопрос обращения с отходами всегда был актуален. В связи с сокращением объемов промышленного производства в настоящее время объем образования отходов значительно снизился по сравнению с довоенным периодом и в 2019 году составил 1 млн. 100 тыс. тонн отходов, 74 % из них составляют отходы производства, 26 % отходы потребления. Утилизируются, т.е. вторично используются, около 10 % отходов производства и потребления [1].

Ситуация на сегодняшний день такова, что из 1 800 000 тонн твердых бытовых отходов, которые ежегодно образуются на территории области, регулярно собираются и удаляются на муниципальные полигоны всего лишь 600 000 тонн. Это означает, что 2/3 общего количества отходов сжигается в печках и на приусадебных участках или попадает на стихийные свалки. Ни одна из муниципальных свалок (полигонов) не удовлетворяет международным стандартам, это касается даже тех из них, которые были построены недавно. В результате такой ситуации происходит загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных вод, водоносных горизонтов и ландшафта региона. Анализируя данные можно сказать, что в Донецкой Народной Республике и в Донецкой области наибольшее количество свалок приходится на менее 10 тыс. м<sup>3</sup> годового накопления ТБО, все из которых не отвечают экологическим требованиям и находятся на грани заполнения либо уже полностью заполнены. Ежегодно не обеспечивается сбор и удаление около 400 тыс. м<sup>3</sup> ТБО. Отходы, которые не собираются и не удаляются вследствие плохой организации услуг либо других причин, размещаются на стихийных свалках, сжигаются или сваливаются на территории города либо за его пределами. Количество стихийных свалок непостоянно и меняется от 60 до 200-350; площадь, занятая ими, достигает 10-15 га.

Решение проблемы уменьшения накопления твердых бытовых отходов в последнее время стало важным вопросом для любого региона. Наиболее оптимальным шагом на пути снижения объемов образования ТБО в ДНР может послужить строительство

полигонов, удовлетворяющих современным требованиям, а также строительство мусоросортировочной станции. В первую очередь следует рассматривать строительство республиканского полигона с одновременным строительством мусороперегрузочных станций на пути следования из городов к региональному полигону [3]. Также необходимо параллельно рассматривать строительство при полигоне мусоросортировочного завода, который позволит извлекать из отходов вторсырье для повторного использования. Это позволит минимизировать объемы отходов, размещаемых на полигоне и увеличить срок их эксплуатации. Правильная организация сортировки позволит сократить объем мусора на 40%, что приведет к сокращению площади свалок и полигонов. Мусоросортировочная станция позволяет отсортировать и отправить на повторное использование до 90% отходов. Одной из важнейших задач сортировки отходов по фракциям является максимальное извлечение из всей массы ТБО утильных компонентов, то есть веществ, пригодных для переработки в качестве вторичного сырья. Сортировка ТБО позволяет сократить потоки отходов, поступающих на захоронение и мусоросжигание, выделить ценные компоненты для повторного использования и опасные – для снижения отрицательного воздействия объектов санитарной очистки на окружающую среду [4].

На сегодняшний день в Российской Федерации функционирует 50 мусоросортировочных комплексов, включающие в себя компактные станции с производительностью от 10 000 тонн отходов в год до крупных линий с максимальной производительностью до 400 000 тонн в год. Крупнейший в России мусоросортировочный комплекс находится в Нижегородской области на территории действующего полигона, объем инвестиций, в который составил 1,2 млрд. рублей.

К сожалению, по сравнению с Российской Федерацией, Донецкая Народная Республика не может привлечь такой объем инвестиций, необходимый для строительства мусоросортировочной станции. Однако, правильная организация сбора отходов может сэкономить значительные средства. Чтобы не транспортировать мусор на большие расстояния, нужно организовать сеть станций сортировки отходов, на которых весь мусор сортируется, после чего отправляется либо на переработку, либо на утилизацию. Станции промежуточной сортировки следует располагать вдали от жилых кварталов, т.к. они представляют повышенную экологическую опасность. Правильная организация сортировки позволит сократить объем мусора на 40%, что приведет к сокращению площади свалок и полигонов.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бобович, Б.Б. Переработка отходов производства и потребления. Справочное издание / Под ред. докт. техн. наук, проф. Б. Б. Бобовича. - М.: «Интернет Инжиниринг», 2000. – 496 с.

2. Козырь, Д. А. Совершенствование системы раздельного сбора твердых бытовых отходов в Донецком регионе / Д. А. Козырь, Д. А. Макеева // Экологическая безопасность региона /материалы X Международной научно-практической конференции (21-22 октября 2021 г.), г. Брянск: БГУ имени акад. И.Г. Петровского, 2021., С. 49-56.

3. Мелконян, Р. Г. Утилизация опасных отходов. Технология использования и утилизации опасных отходов: учебное пособие / Р. Г. Мелконян, Г. И. Панихин. — Москва: Издательский Дом МИСиС, 2018. — 105 с.

4. Фаюстов, А. А. Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение. Основы, концепции, методы: монография / А. А. Фаюстов. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. — 272 с.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРАТЕГИИ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Безлепкин Д.В., Ефимов В.Г., к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В последние годы человечество все чаще задается вопросом сокращения выбросов в атмосферу, влияющих на изменение климата на Земле. Лидеры крупных государств каждый год встречаются и обсуждают проблемы изменения климата. Наиболее ярким примером климатического соглашения последних лет является Европейское зеленое соглашение (The European Green Deal). Оно было подписано 11 декабря 2019 года и произвело двойное впечатление на общественность. Основной целью данного соглашения является то, что Европейский союз должен стать первым в мире «климатически нейтральным блоком» к 2050 году. Его цели распространяются на множество различных секторов, включая строительство, биоразнообразие, энергетику, транспорт и продовольствие. Наиболее важной для неевропейских стран частью этого соглашения стали углеродные налоги. Так как углеродный налог является косвенным, т.е. надбавкой к цене, стоимость углеродоёмкой продукции (например, азотных удобрений) при ввозе в Европу будет возрастать. Введение этого налога делает множество импортируемой в ЕС продукции неконкурентоспособной. К примеру, при введении 100% налога российские поставщики железа, стали, алюминия и удобрений будут вынуждены выплачивать €1,1 млрд в год [1]. Следует отметить, что исходя из заключения экспертов Еврокомиссии, углеродный налог, скорее всего, заработает в полную силу с 2035 года. Он будет постепенно увеличиваться до 100% в 2026–2035 годах по мере сворачивания бесплатных квот на выбросы, распределяемых среди участников европейского углеродного рынка [2].

Еще одним спорным моментом является «зеленый» переход в энергетическом секторе. Важно отметить, что традиционная генерация более выгодна с экономической точки зрения, чем «зеленая». По данным Управления энергетической информации США [3], структура расчётных затрат выглядит следующим образом (табл. 1).

Таблица 1 - Структура расчётных затрат по данным US EIA (2013)

Тип станции	Номинальная мощность, МВт	КИУМ, %	Инвестиционные затраты, \$/кВт	Постоянные операционные годовые затраты, \$/кВт
ТЭС на газе, обычная с комбинированным циклом	620	87	917	13,17
Ветряная (на суше)	100	35	2213	39,55
Солнечная фотовольтаическая	150	25	3873	24,69

На 26-й Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP26), проходившей 1 ноября 2021 года в Глазго, президент Боливии Луис Арсе заявил: «Мы должны понимать, что развитые страны продвигают новый процесс мировой реколонизации, который мы можем назвать «новый углеродный колониализм», потому что они пытаются навязать свои собственные правила игры в переговорах по климату, чтобы продолжать питать систему «экокапитализма» и заставлять развивающиеся страны принимать эти правила без возможности какого-либо выбора... Из развитых стран звучат слова, в которых их показывают чемпионами по борьбе с климатическим кризисом. Но это очень далеко от правды... Климатический кризис нельзя решить при помощи еще

большого «экокапитализма». Необходимо изменить цивилизационную модель и идти к модели, которая будет служить альтернативой капитализму». Действительно, вместо улучшения систем очистки выбросов на предприятиях и электростанциях и улавливания парниковых газов, что позволяет развиваться промышленности и науке, Европа вводит налог и отказывается от угольной генерации. Такие решения не дают развивающимся странам укрепить свою экономику и приводят к неконкурентоспособности и закрытию промышленных объектов. Однако данное соглашение отрицательно сказывается не только на развивающихся странах.

«Зеленый» переход не способствует и нормальному экономическому развитию самого ЕС. Это отчетливо видно по сложившемуся осенью 2021 года энергетическому кризису в Европе, когда цена на газ преодолела отметку в 1900\$ за 1000 куб м на хабе ТТФ в Нидерландах. Несмотря на то, что почти все страны ЕС подписали долгосрочные контракты с ПАО «Газпром» или Норвегией, наблюдались явные проблемы с доступом к ресурсу. Причин кризиса несколько. Во-первых, прошлая зима для Европы оказалась неожиданно более холодной и затяжной, что увеличило объемы потребления газа и не позволило начать планомерное заполнение хранилищ. Во-вторых, «зеленый» переход привел к отказу многих стран от угольной и атомной генерации, а ветряные и солнечные электростанции зависят от погодных условий. Лето было жарким, потребление электроэнергии возросло, а ветер стих, что заставило использовать газовую генерацию.

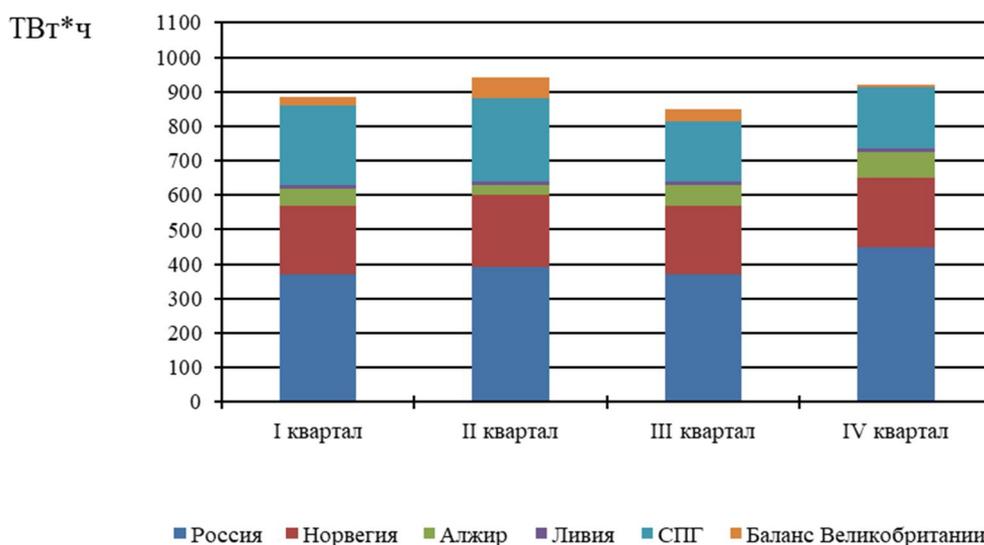


Рисунок 1 - Энергетический баланс Европейского Союза в 2020 г.

То же самое, произошло в сентябре этого года в Северном море, когда из-за отсутствия ветра ветряные электростанции перестали работать.

В-третьих, из-за роста цен на китайской бирже почти все поставки сжиженного природного газа прекратились.

А учитывая, что СПГ составляет значимую часть всего энергетического рынка ЕС (рис. 1), – это огромный удар по энергетической безопасности Европы. Однако, основной причиной энергетического кризиса является резкое снижение или отказ многих стран ЕС от электрогенерации тепловыми угольными и атомными электростанциями.

Многие европейские журналисты заявляют, что в сложившемся кризисе виноваты ПАО «Газпром» и Россия, что не соответствует действительности. Статистика поставок газа ПАО «Газпром» в Европу (табл. 2) показывает абсурдность этих заявлений.

Таблица 2 - Поставки газа ПАО «Газпром» в Европу на 1, 3, 5, 7 ноября 2020/2021 гг. [4]

Дата	2020 г. (млн куб. м)	2021 г. (млн куб. м)	Разница (%)
01.11	191,9	192,8	+0,47
03.11	193,6	200,6	+3,62
05.11	192,9	201,6	+4,51
07.11	188,7	201,5	+6,78

Очевидным является необходимость сокращения Россией выбросов парниковых газов в атмосферу. Но для того, чтобы не повторять ошибок стран Европейского Союза и других стран, делать это необходимо в первую очередь за счет улавливания парниковых газов, а также постепенного развития возобновляемой энергетики. Развитие возобновляемой энергетики в России должно идти плавными темпами с учетом особенностей национальной экономики без резкого снижения электрогенерации традиционными источниками энергии.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Ткачёв И., Котченко К., Россия заплатит ЕС €1,1 млрд в год углеродного налога – 2021.– (<https://www.rbc.ru/economics/26/07/2021/60fac8469a7947d1f4871b47>)
2. REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL//establishing a carbon border adjustment mechanism – 2021 – ([https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/carbon\\_border\\_adjustment\\_mechanism\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/carbon_border_adjustment_mechanism_0.pdf))
3. Energy Information Administration. CAPITAL COST FOR ELECTRICITY PLANTS– 2013. – (<https://www.eia.gov/outlooks/capitalcost/>)
4. Газпром. Фактические поставки газа для ЕС – 2021. – (<https://www.gazprom.ru/investors/disclosure/actual-supplies>)

# ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ СМЕСЕЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

**Бикашвили М. Г., магистрант, Рябов А. С., магистрант, Кралин А. К., к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**

Повышение уровня безопасности городского хозяйства и дорожного движения является одной из приоритетных задач государства. Применение противогололёдных средств – это один из способов решения данной задачи. Тема данного исследования является актуальной и востребованной в настоящее время.

Определение объемно-массовых характеристик противогололёдных смесей, приготовленных на основе гранулированного шлака и технико-эксплуатационных показателей технологических машин, применяемых для приготовления фрикционных и комбинированных смесей, является обширной прикладной технической и экологической задачей и целью данной работы. В данном исследовании были поставлены и решены следующие задачи:

- определено количество компонентов и их объёмно-массовые характеристики для приготовления противогололёдной смеси на основе гранулированного шлака при различных температурных условиях;
- произведена оценка объемно-массовых, силовых и технико-эксплуатационных показателей технологических машин, применяемых для приготовления противогололёдных смесей на основе гранулированного шлака (рисунок 1 – 3);
- на основе полученных результатов даны рекомендации о возможном применении гранулированного шлака для производства противогололёдных фрикционных и комбинированных смесей.

## Определение расхода солей для расплавления льда на поверхности дорог

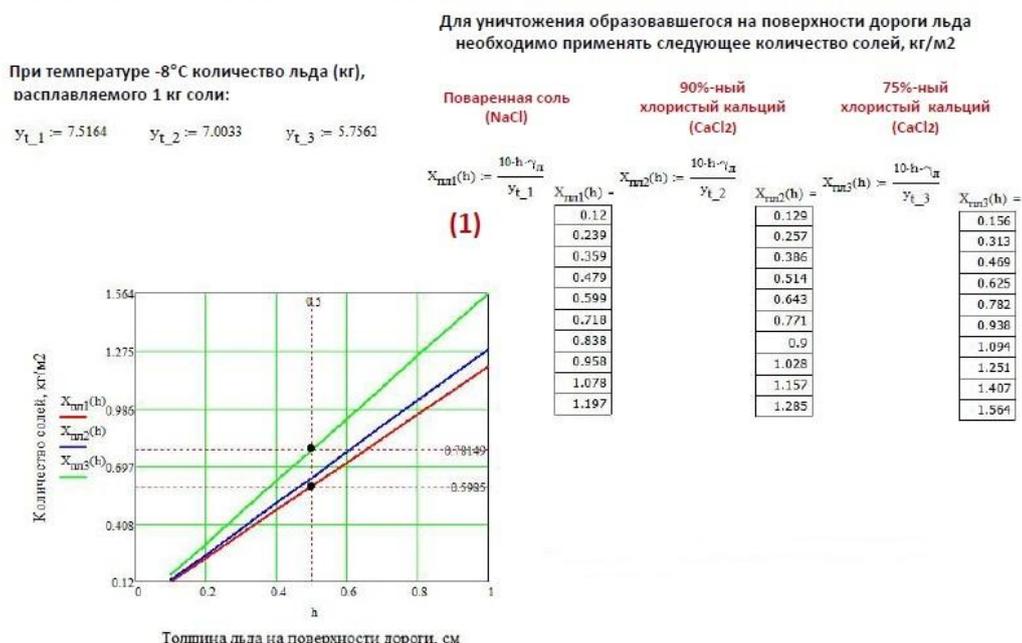


Рисунок 1 - Расход солей на плавление льда в зависимости от его толщины и температуры

# Определение расхода солей на закрепление частиц инертных материалов в ледяной корке на поверхности дороги

## Исходные данные:

- $k_p = 1.05$  - коэффициент, учитывающий равномерность распределения соли в инертном материале при перемешивании,  $k_p = 1 \dots 1.25$
- $\gamma_{\text{ш}} = 2900$  - вес применяемого инертного материала, кг
- $\gamma_{\text{м}} = 2900$  - плотность инертного материала, кг/м<sup>3</sup>

**Поваренная соль (NaCl)**

$$X_1(t_1) = k_p \frac{1000 \cdot \gamma_{\text{ш}} \cdot \gamma_{\text{м}}}{2 \cdot \gamma_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{ш}}(t_1)} \quad X_1(t_1) =$$

157.5
149.625
141.75
133.875
126
118.125
110.25
102.375
94.5
86.625
78.75
70.875
63
55.125
47.25
39.375
31.5
23.625
15.75

**90%-ный хлористый кальций (CaCl2)**

$$X_2(t_1) = k_p \frac{1000 \cdot \gamma_{\text{ш}} \cdot \gamma_{\text{м}}}{2 \cdot \gamma_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{ш}}(t_1)} \quad X_2(t_1) =$$

118.125
115.096
111.908
108.547
105
101.25
97.279
93.068
88.594
83.821
78.75
73.319
67.5
61.25
54.519
47.25
39.375
30.815
21.477

**75%-ный хлористый кальций (CaCl2)**

$$X_3(t_1) = k_p \frac{1000 \cdot \gamma_{\text{ш}} \cdot \gamma_{\text{м}}}{2 \cdot \gamma_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{ш}}(t_1)} \quad X_3(t_1) =$$

135
132.022
128.804
125.508
121.935
118.125
114.032
109.688
105
99.952
94.5
88.504
82.194
75.17
67.5
59.063
49.737
39.375
27.794

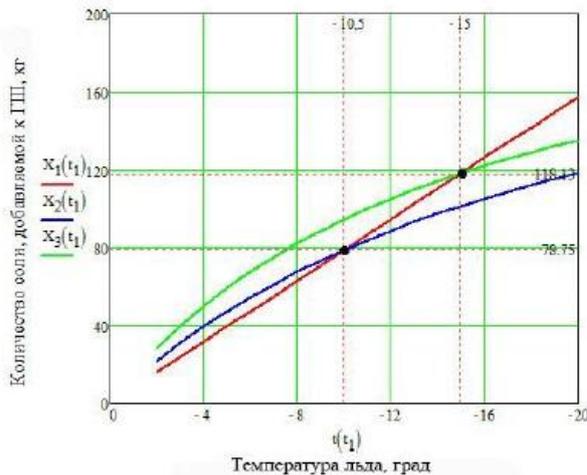


Рисунок 2 - Зависимость количества солей, добавляемых к инертным материалам для их закрепления на поверхности обледеневшей дороги при различной температуре

## Объемно-массовая характеристика шлако-соляной смеси (ШСС)

**Таблица 1** – Масса компонентов и ШСС для температуры окружающей среды -10,5°C

Объем ГШ, м <sup>3</sup>	Масса ГШ, кг	Температура -10,5°C					
		Соли, кг			Шлако-соляная смесь, кг		
		NaCl	90%-ный CaCl2	75%-ный CaCl2	NaCl+ГШ	90%-ный CaCl2+ГШ	75%-ный CaCl2+ГШ
1	2900	78,75	78,75	94,5	2978,75	2978,75	2994,5
2	5800	157,5	157,5	189	5957,5	5957,5	5989
3	8700	236,25	236,25	283,5	8936,25	8936,25	8983,5
4	11600	315	315	378	11915	11915	11978
5	14500	393,75	393,75	472,5	14893,8	14893,8	14972,5
6	17400	472,5	472,5	567	17872,5	17872,5	17967
7	20300	551,25	551,25	661,5	20851,25	20851,25	20961,5
8	23200	630	630	756	23830	23830	23956

**Таблица 2** – Масса компонентов и ШСС для температуры окружающей среды -15°C

Объем ГШ, м <sup>3</sup>	Масса ГШ, кг	Температура -15°C					
		Соли, кг			Шлако-соляная смесь, кг		
		NaCl	90%-ный CaCl2	75%-ный CaCl2	NaCl+ГШ	90%-ный CaCl2+ГШ	75%-ный CaCl2+ГШ
1	2900	118,13	101,25	118,13	3018,13	3001,25	3018,13
2	5800	236,26	202,5	236,26	6086,26	6002,5	6086,26
3	8700	354,39	308,75	354,39	9054,39	9003,75	9054,39
4	11600	472,52	405	472,52	12072,52	12005	12072,52
5	14500	590,65	506,25	590,65	15090,7	15006,25	15090,65
6	17400	708,78	607,5	708,78	18108,8	18007,5	18108,78
7	20300	826,91	708,75	826,91	21126,9	21008,75	21126,91
8	23200	945,04	810	945,04	24145	24010	24145,04

**Таблица 3** – Объем компонентов и ШСС для температуры окружающей среды -10,5°C

Объем ГШ, м <sup>3</sup>	Температура -10,5°C						Значение средней плотности ШСС, кг/м <sup>3</sup>
	Соли, м <sup>3</sup>			Шлако-соляная смесь, м <sup>3</sup>			
	NaCl	90%-ный CaCl2	75%-ный CaCl2	NaCl+ГШ	90%-ный CaCl2+ГШ	75%-ный CaCl2+ГШ	
1	0,0366	0,0366	0,044	1,0366	1,0366	1,044	2873,58
2	0,0733	0,0733	0,0879	2,0733	2,0733	2,0879	
3	0,1099	0,1099	0,1319	3,1099	3,1099	3,1319	
4	0,1465	0,1465	0,1758	4,1465	4,1465	4,1758	
5	0,1831	0,1831	0,2198	5,1831	5,1831	5,2198	
6	0,2198	0,2198	0,2637	6,2198	6,2198	6,2637	
7	0,2564	0,2564	0,3077	7,2564	7,2564	7,3077	
8	0,293	0,293	0,3516	8,293	8,293	8,3516	

**Таблица 4** – Объем компонентов и ШСС для температуры окружающей среды -15°C

Объем ГШ, м <sup>3</sup>	Температура -15°C						Значение средней плотности ШСС, кг/м <sup>3</sup>
	Соли, м <sup>3</sup>			Шлако-соляная смесь, м <sup>3</sup>			
	NaCl	90%-ный CaCl2	75%-ный CaCl2	NaCl+ГШ	90%-ный CaCl2+ГШ	75%-ный CaCl2+ГШ	
1	0,0549	0,0471	0,0549	1,0549	1,0471	1,0549	2861,06
2	0,1099	0,0942	0,1099	2,1099	2,0942	2,1099	
3	0,1648	0,1413	0,1648	3,1648	3,1413	3,1648	
4	0,2198	0,1884	0,2198	4,2198	4,1884	4,2198	
5	0,2747	0,2355	0,2747	5,2747	5,2355	5,2747	
6	0,3297	0,2826	0,3297	6,3297	6,2826	6,3297	
7	0,3846	0,3297	0,3846	7,3846	7,3297	7,3846	
8	0,4396	0,3767	0,4396	8,4396	8,3767	8,4396	

Плотность шлако-соляной смеси, кг/м<sup>3</sup>

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m_{\text{общ}}}{V_{\text{общ}}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \quad (1)$$

где  $m_1$  – масса гранулированного шлака, кг;  
 $m_2$  – масса соли, кг;  $V_1$  – объем гранулированного шлака, м<sup>3</sup>;  
 $V_2$  – объем соли, м<sup>3</sup>

Рисунок 3 – Объемно-массовые характеристики шлако-соляной смеси.

Для расплавления льда на проезжих частях или закрепления частиц фрикционного материала в ледяной корке применяют поваренную соль NaCl, хлористый кальций CaCl<sub>2</sub> и реже, хлористый магний MgCl<sub>2</sub>. При выборе соли для борьбы со льдом необходимо учитывать, что при температуре льда до -10,5<sup>0</sup>С выгоднее применять NaCl, так как его расплавляющая способность при этих условиях выше, чем у 75%-ного CaCl<sub>2</sub>. Установлена зависимость количества солей, которые нужно добавлять к гранулированному шлаку для его закрепления в ледяной плёнке, от температуры льда. Необходимо заметить, что NaCl действует медленнее, чем CaCl<sub>2</sub>. Поэтому NaCl лучше применять при посыпке ночью или при небольшой интенсивности движения транспорта. При посыпке в дневные часы, когда интенсивность велика, следует применять CaCl<sub>2</sub>.

При использовании в борьбе с гололёдом дооборудованных модулем распределения протитогололёдных материалов различных автобетоносмесителей, определены оптимальные масса и объём шлако-солевой смеси с учётом её плотности и геометрических параметров смесительных барабанов и грузоподъёмности ТМ, это позволило нагрузить смеситель, не превышая заявленной производителем грузоподъёмности. Также определены суммарная потребляемая мощность привода вращения барабана при перемешивании компонентов шлако-солевой смеси и значения удельных мощностей, отнесённые к объёму и массе шлако-солевой смеси показывает логичную динамику снижения удельных мощностей и параметры энергетической нагруженности и энергетической эффективности применения ТМ указывают на то, что более эффективным считается использование машин, которые обладают большими объёмами шлако-солевой смеси. Полученные результаты указывают на то, что применение гранулированного шлака в качестве протитогололёдного фрикционного материала и основы для комбинированных протитогололёдных средств целесообразно.

По результатам работы рекомендуется самостоятельное применение гранулированного шлака в качестве фрикционного протитогололёдного материала для временного повышения значения коэффициента сцепления, т.к. зёрна плохо удерживаются на поверхности и быстро разносятся колёсами транспортных средств. Применение комбинированных протитогололёдных смесей на основе гранулированного шлака с добавками солей позволяет увеличить значение коэффициента сцепления на более длительный срок за счёт возможности вкрапления гранул шлака в ледяную корку. Сократить количество солевых добавок позволяет хорошее перемешивание компонентов комбинированных протитогололёдных смесей.

При производстве комбинированных протитогололёдных смесей и выборе компонентов необходимо учитывать химические свойства добавок, температуру и толщину льда. Применение мобильных смесителей в качестве распределителя ПГМ увеличивает парк машин и позволяет оперативно реагировать на чрезвычайную ситуацию и брать её под контроль.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Кралин, А. К. Возникновение зимней скользкости дорог и свойства льда / А. К. Кралин., С. А. Шаймухаметов - Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры ISSN 2519\_2817 online / ISSN 1814\_3296 print, Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства, Выпуск 2016\_6(122)
2. Пугин, К. Г. Оценка негативного воздействия на окружающую среду строительных материалов содержащих отходы черной металлургии / К. Г. Пугин, Я. И. Вайсман и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. ;URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5990> (дата обращения: 04.10.2021).
3. ГОСТ 33387-2015 Межгосударственный стандарт, Дороги автомобильные общего пользования/ Противогололёдные материалы, технические требования МКС 93.080.10 Дата введения 2016-09-08.

## ИНДИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ТКАНЕЙ ФИТОМАССЫ ДЕНДРОФЛОРЫ Г. СМОЛЕНСК

**Борздыко Е.В., к.б.н., доцент, Прокопенко И.А., Афонин Н.А., Тищенко А.А.,  
Панченко М.А., студенты  
ФГБОУ ВО Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского**

В г. Смоленск одна из экологических проблем – загрязнение атмосферного воздуха (АВ) [1, 3]. Важно разработать экологически эффективную технологию, обеспечивающую раннюю диагностику окружающей среды (ОС), для экологической безопасности населения в неблагоприятных условиях. С этой целью в 2020 г. проводились исследования биофизических параметров тканей растительных образцов в условиях аэрозагрязнения г. Смоленск. Влияние загрязнителей в АВ г. Смоленск на живые объекты оценивали с помощью биофизического метода биоиндикации - определение электропроводности (см) в фитомассе дендрофлоры [2].

В табл. 1 приведены результаты исследований средних показателей электропроводности тканей у разных древесно-кустарниковых растений в условиях г. Смоленск (рис. 1).

Таблица 1 - Средние показатели электропроводности фитомассы некоторых древесных растений в 3-х районах г. Смоленск, 2020 г.

№ п/п	Растения	Электропроводность тканей фитомассы (см)		Показатель резистентности (ПР)
		Гагаринский район (контроль)	опыт	
<b>Заднепровский</b>				
1	Ель колюч.	$2,66 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	$1,84 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	1,45
2	Туя восточ.	$2,43 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	$1,86 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	1,31
3	Рябина обык.	$2,50 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	$1,97 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	1,27
4	Пузыреплодник калинолистный	$2,57 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	$2,08 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,24
5	Каштан обык.	$2,75 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	$2,26 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,22
6	Сирень обыкнов.	$2,87 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	$2,46 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,17
<b>Промышленный</b>				
1	Ель колюч.	$2,63 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	$1,98 \cdot 10^{-5} \pm 0,01$	1,33
2	Туя восточ.	$2,59 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	$2,01 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,29
3	Рябина обык.	$2,78 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,21 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,26
4	Пузыреплодник калинолистный	$2,95 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,47 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,20
5	Каштан обыкн.	$3,09 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,60 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	1,19
6	Сирень обыкнов.	$3,26 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,84 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	1,15
<b>Ленинский</b>				
1	Ель колюч.	$2,64 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	$2,07 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,28
2	Туя восточ.	$2,79 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	$2,24 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,25
3	Рябина обык.	$3,11 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,54 \cdot 10^{-5} \pm 0,02$	1,23
4	Пузыреплодник калинолистный	$3,12 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,63 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	1,18
5	Каштан обыкн.	$3,20 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,77 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	1,16
6	Сирень обыкнов.	$3,34 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	$2,99 \cdot 10^{-5} \pm 0,03$	1,05

Наблюдается прямая зависимость электропроводности от уровня загрязнения АВ: с ростом загрязнения показатель электропроводности уменьшается. Все это указывает на снижение резистентности растений.

На рис. 1 показаны значения электропроводности тканей фитомассы древесных растений на примере 3-х районов Заднепровского, Промышленного, Ленинского и контроля.

Выявляется ряд по степени уменьшения значений электропроводности в листьях (хвое) растений (прямая зависимость), следовательно, и уменьшение устойчивости к стрессам.

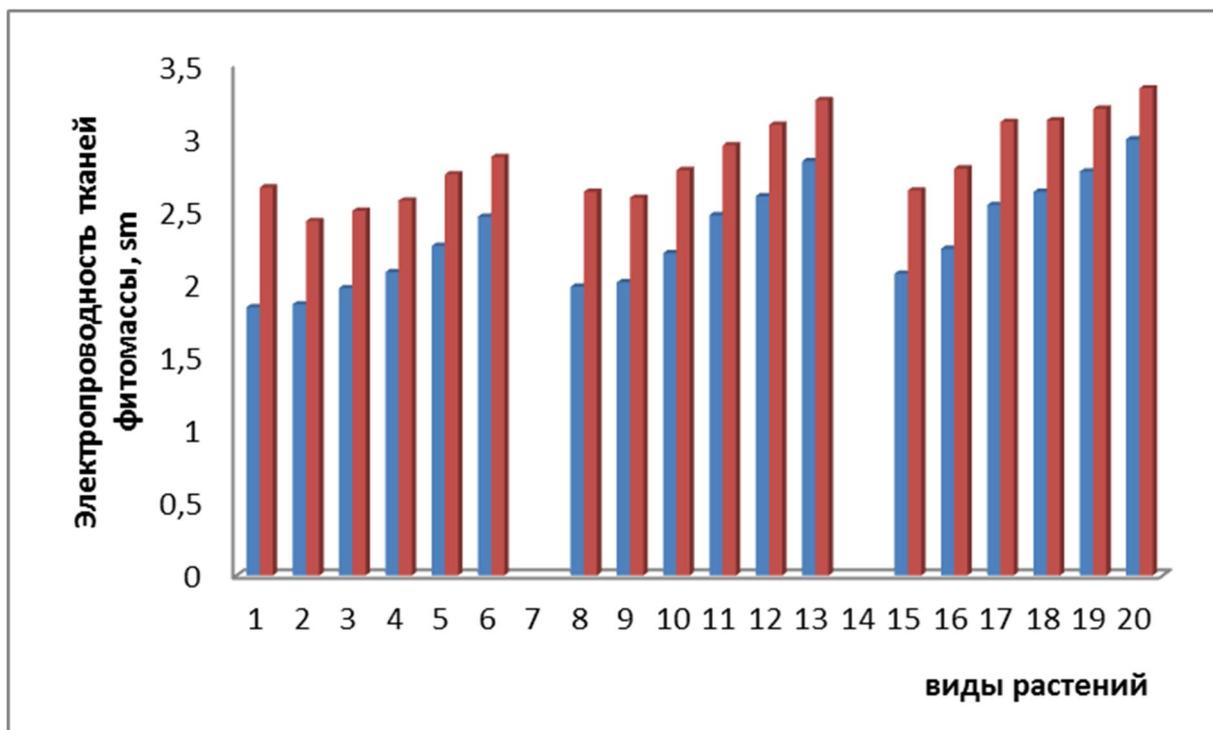


Рисунок 1 – Средние значения электропроводности тканей фитомассы (sm) в фитомассе древесных растений в условиях г. Смоленск

(Ряд 1 (Заднепровский, Промышленный, Ленинский): 1. ель колючая; 2. туя восточная; 3. Рябина обыкновенная; 4. Пузыреплодник калинолистный; 5. каштан обыкновенный; 6. сирень обыкновенная. Ряд 2 (контроль - Гагаринский район): 1. ель колючая; 2. туя восточная; 3. Рябина обыкновенная; 4. Пузыреплодник калинолистный; 5. каштан обыкновенный; 6. сирень обыкновенная)

Для района Заднепровский зафиксирован следующий ряд чувствительности дендрофлоры к аэрозагрязнению по степени уменьшения значений электропроводности: ель колючая < туя восточная < рябина обыкновенная < пузыреплодник калинолистный < каштан обыкновенный < сирень обыкновенная.

В других районах наблюдалась подобная ситуация.

На рис. 2 показан показатель резистентности (по значениям электропроводности) дендрофлоры в условиях г. Смоленск.

Максимальный ПР характерен для района Заднепровский и составил 1,45, а минимальный ПР отмечен для района Ленинский – 1,05.

Таким образом ПР увеличивается с усилением загрязнения АВ.

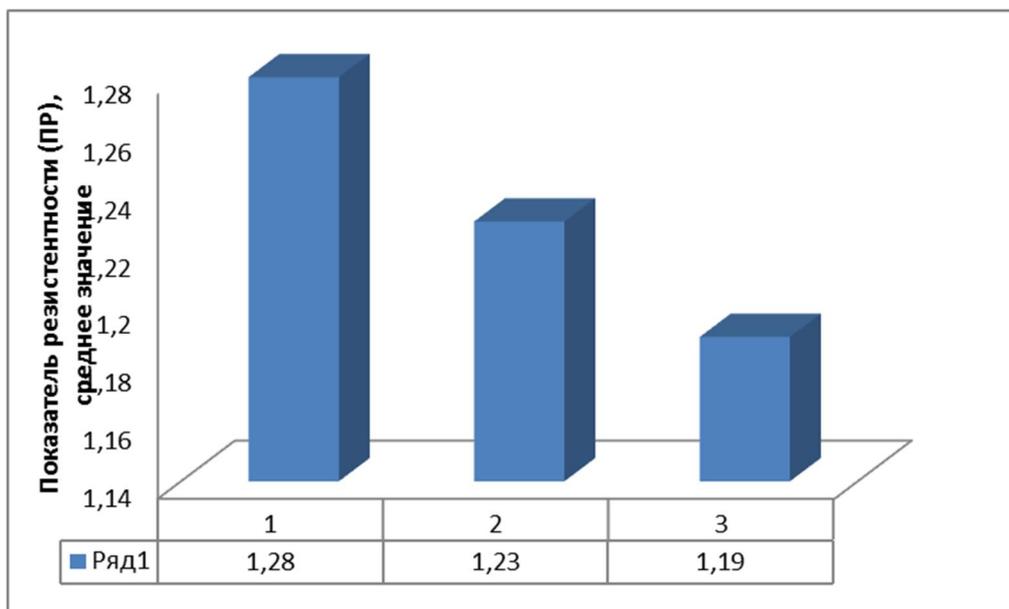


Рисунок 2 – Показатель резистентности (по значению электропроводности, sm) древесных растений в 3-х районах г. Смоленск (1 -Заднепровский, 2- Промышленный, 3 – Ленинский)

Составлен ряд по степени уменьшения средних значений электропроводности тканей древесных растениях характерно для 3-х районов г. Смоленска: Заднепровский>Промышленный>Ленинский (рис. 3).

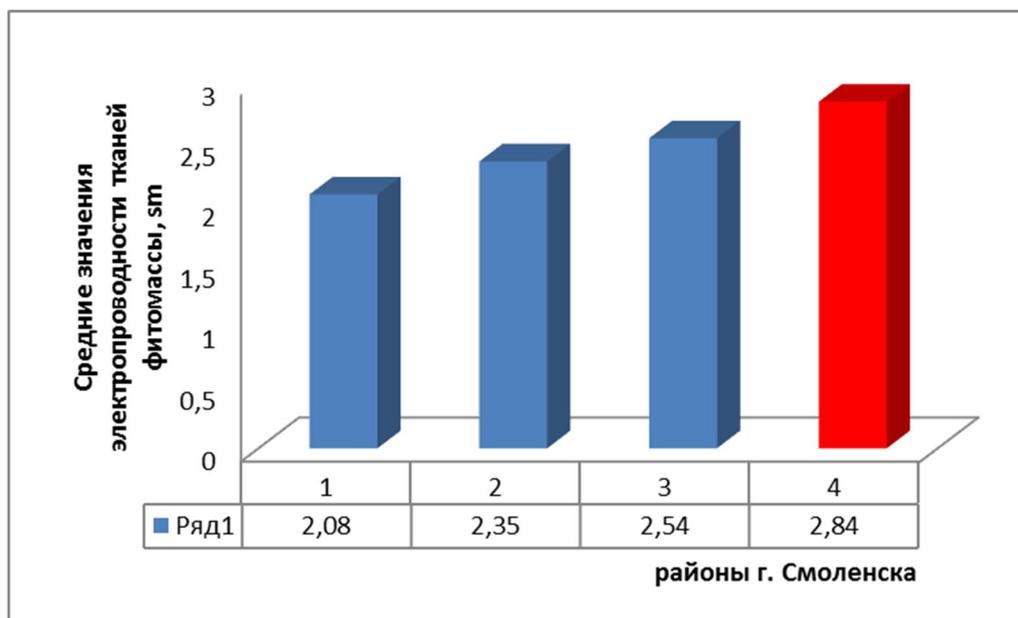


Рисунок 3 – Средние значения электропроводности тканей (sm) древесных растений в 3-х районах г. Смоленск (1 - Заднепровский, 2- Промышленный, 3- Ленинский, 4- контроль)

Важно отметить, что средние значения электропроводности в листьях (хвое) древесных растений во всех 3-х районах города достоверно ниже контроля в 1,05-1,45 раза ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ ,  $P=99,9\%$ ). Максимальное значение электропроводности отмечено в районе Ленинский (2,54, sm), минимальное в районе Заднепровский (2,08 sm). Однако самое максимальное значение электропроводности встречалось в контроле (2,84).

Полученные результаты исследования показали, что древесные растения испытывают существенное влияние загрязнения АВ. В данных условиях у растений наблюдается уменьшение значений электропроводности тканей (sm) с увеличением загрязнения. Во всех 3-х районах г. Смоленск с повышенным загрязнением атмосферного воздуха электропроводность тканей достоверно ниже контроля. Зафиксирована видовая резистентность растений на аэрозольное загрязнение.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Смоленской области в 2017 году. //Департамент по природным ресурсам Смоленской области.- Смоленск, 2018. - 205 с.
2. Курило, Ю.А. Электрическое сопротивление как показатель устойчивости древесных растений в условиях нефтяного загрязнения /Ю.А. Курило, А.И. Григорьев //Проблемы региональной экологии.- 2010.-№5.- С. 111-116.
3. Природа Смоленской области; URL: [https://prirod.admin-smolensk.ru/files/283/30.06.2020\\_17.20.23\\_doklad-o-sostoyanii-i-ob-ohrane-okruzha-yuschej-sredy-smolenskoj-oblasti-v-2019-godu.pdf/htm/](https://prirod.admin-smolensk.ru/files/283/30.06.2020_17.20.23_doklad-o-sostoyanii-i-ob-ohrane-okruzha-yuschej-sredy-smolenskoj-oblasti-v-2019-godu.pdf/htm/) (дата обращения: 10.09.2020).

# ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ КАК ИНДИКАТОР ИХ УСТОЙЧИВОСТИ

Гайворонская А.А.  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет  
имени академика И.Г. Петоровского»

Значение патогенных грибов, их оценка в составе лесных сообществ играют важную роль в сохранении биоразнообразия лесов и экомониторинге, так как при неблагоприятных условиях они серьёзно воздействуют на ход сукцессионных (динамических) процессов. Грибной компонент прямо и косвенно меняет видовую и возрастную структуру эдификаторов и доминантов лесных сообществ, значит и снижается скорость демулационных процессов.

Нами был определён ключевой индикатор для лесов и механизма распространения грибного поражения - трутовик окаймлённый *Fomitopsis pinicola* (Sw. : Fr.) P. Karst. Данный гриб весьма распространён, вызывает бурую гниль и поражает главные лесные виды: дуб, бук, граб, клён, ольху, берёзу, ель, пихту, сосну и др. Трутовик окаймлённый легко диагностируется по внешним признакам, однако имеет самые варьирующие по макроморфологическим признакам плодовые тела [2].

Мы изучали следующие типы сообществ: сосняк-зеленомошник, сосняк бруснично-зеленомошный с дубом, сосняк чернично-зеленомошный с дубом, березово-дубово-елово-сосновый лес, елово-широколиственный лес с дубом, березняк-осоково звездчатковый (до 30 лет), березняк-осоково звездчатковый (до 70 лет), дубрава-снытево-осоковая, ольшаник крапивный, осинник-злаковый, кленовник-копытный.

Встречаемость плодовых тел трутовика окаймленного приведена на рис. 1.

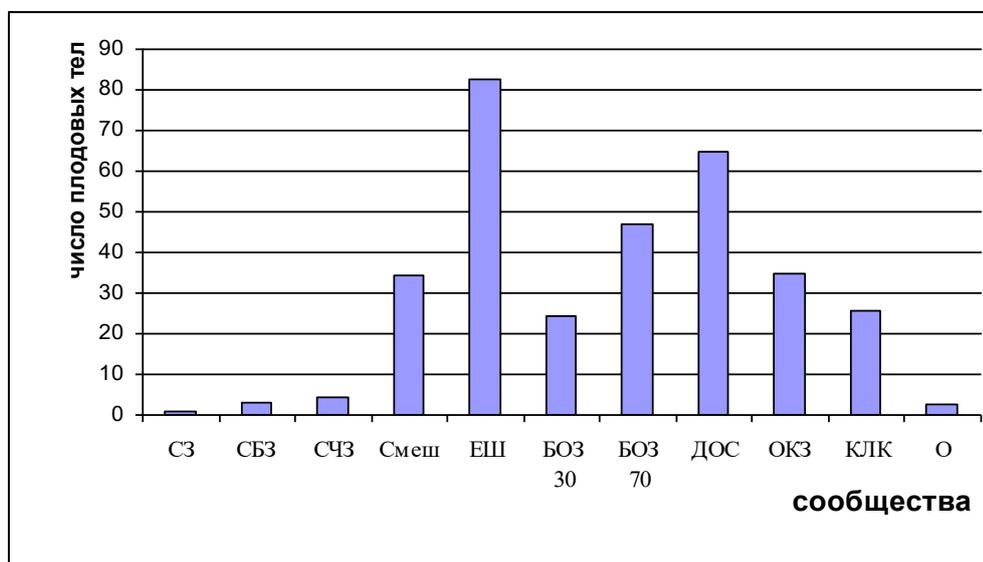


Рисунок 1 – Встречаемость *Fomitopsis pinicola* в лесных сообществах

(СЗ - сосняк-зеленомошник; СБЗ - сосняк бруснично-зеленомошный с дубом; СЧЗ - сосняк чернично-зеленомошный с дубом; Смеш - березово-дубово-елово-сосновый лес; ЕШ - елово-широколиственный лес с дубом; БОЗ 30- березняк-осоково звездчатковый (до 30 лет); БОЗ 70 - березняк-осоково звездчатковый (до 70 лет); ДОС - дубрава снытево-осоковая; ОКЗ - осинник копытнево-зеленчуковый; КЛК - кленовник-копытный; О – ольшаник)

Трутовик окаймлённый предпочитает елово-широколиственный лес с дубом (24,9%), березняки-осоково-звездчатковые (21,5%), дубраву снытево-осоковую (19,6 %) и смешанный лес (24,9%).

Распространен трутовик окаймлённый во всех типах сообществ, главным образом на валеже, а также небольших опавших частях деревьев. Данный гриб часто встречается на сухостое, в основном на березе [1].

Живые деревья в изучаемых сообществах, такие как сосна обыкновенная, ель европейская, дуб черешчатый, клен остролисный, липа сердцелистная, ясень обыкновенный – не подвергаются поражению. Осина и береза поражается трутовиком окаймленным при первичном повреждении. Больше всего поражена береза (30,8%) и осина (22,5%) в березово-осоково-звездчатковом сообществе (70 лет), в дубраве снытево-осоковой береза (15,4%), осина (23,9%) и осиннике-злаковом береза (47,2%), осина (27,6%). В основном береза повреждается намного чаще (23,9%), чем осина (18,6 %).

Трутовик окаймленный на сухостое наблюдается в нижней и средней части ствола (на высоте не более 2 м), а на живых деревьях он образовывается на любой высоте в зависимости от места поражения или сухих ветвях живых деревьев.

Самая крупная трофическая приуроченность трутовика окаймленного в наиболее старых сообществах (рис. 2, рис. 3).

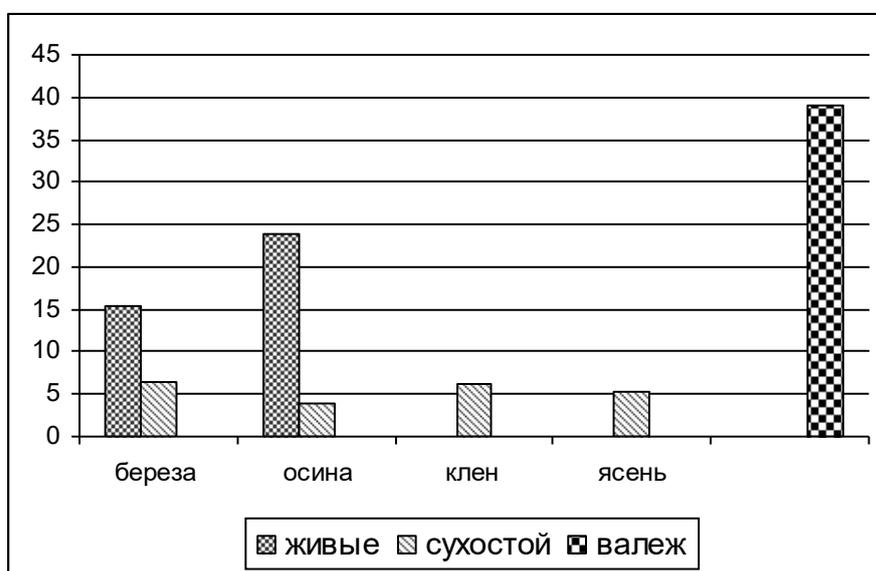


Рисунок 2 – Встречаемость *Fomitopsis pinicola* в дубняке снытево-осоковом.

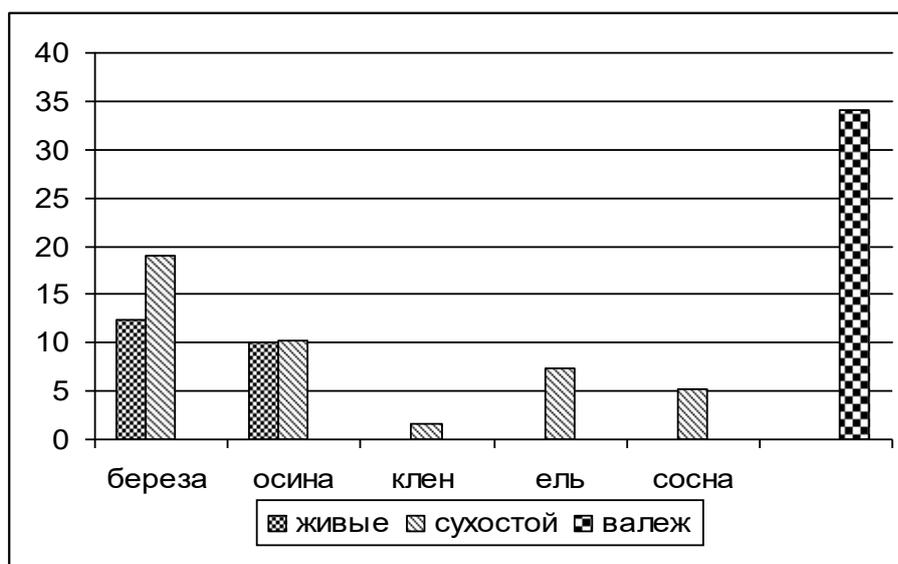


Рисунок 3 – Встречаемость *Fomitopsis pinicola* в елово-широколиственном лесу.

Встречаемость трутовика окаймленного в лесных сообществах, различного сукцессионного статуса отражена на рис. 4, 5.

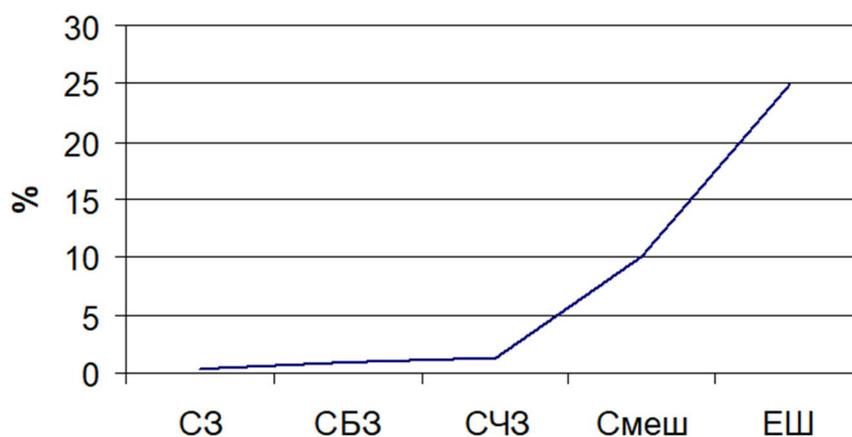


Рисунок 4 – Встречаемость *Fomitopsis pinicola* в сообществах сукцессионных стадий сосняков

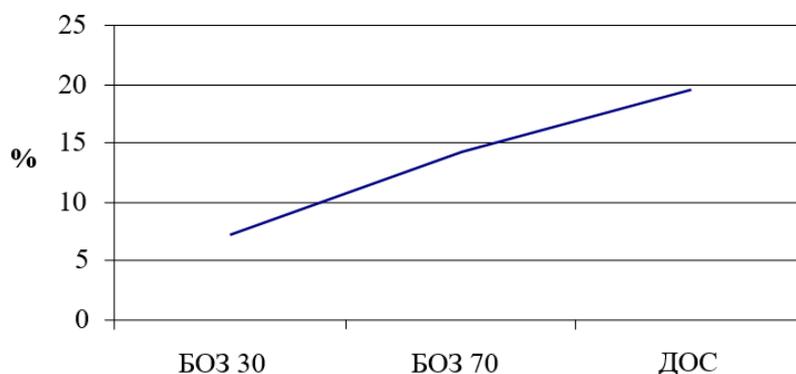


Рисунок 5 – Встречаемость *Fomitopsis pinicola* в сообществах сукцессионных стадий восстановления мелколиственных лесов.

При анализе графиков становится, очевидно, что встречаемость трутовика окаймленного возрастает с увеличением возраста сообществ.

Мы пришли к выводу, что в большей степени трутовик окаймленный распространен в финальных стадиях сукцессий, в елово-широколиственном лесу, в дубраве снытево-осоковой и березняке-осоково-звездчатковом (до 70 лет). Чаще всего трутовик окаймленный наблюдается в старых лесах широколиственных и хвойно-широколиственных. В ходе восстановительной сукцессии встречаемость плодовых тел повышается. Трутовик окаймленный обладает широкой экологической валентностью в выборе субстрата, однако в основном поражает березу и осину.

Таким образом, необходимо следить за состоянием лесных сообществ, так как трутовик окаймленный поселяется на подходящих для него субстратах (валеже, сухих ветках). В лесу необходимо убирать валеж, как наиболее благоприятный субстрат для развития трутовика окаймленного.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Боголюбов, А.С. Простейшая методика геоботанического описания леса : м. п. / А.С. Боголюбов, А.Б. Панков. - М. : Экосистема, 1996. – 21 с.
2. Викторов, С.В. Индикационная геоботаника / С. В. Викторов, Г. Л. Ремезова. - М. : МГУ, 1988. – 167 с.

# СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И ДРУГИХ СТРАН

Гутовская О. А., магистрант, Макеева Д.А., к.т.н.,  
ГОУ ВПО «Донецкий Национальный технический университет»

Система управления в области гидрометеорологии значится важной составляющей государственного управления. Смысл ее существования состоит в том, чтобы обеспечить необходимой фактической и прогностической информации о состоянии окружающей среды и ее изменении. Эта информация служит основой для разработки государственной политики в сфере охраны природной среды и управления рисками, связанными с погодными явлениями.

Для получения информации нужно наличие систем наблюдательных и сервисных подразделений, каналов передачи информации и подобающая вычислительная техника, которая должна отвечать международным стандартам в этой сфере деятельности. Международный опыт показывает, что для эффективной работы система должна быть единой и формировать единую технологическую сеть, которая позволит вносить современные средства управления информационными потоками данными, решать кратчайшие государственные задачи.

В настоящей работе рассматриваются управленческие основы деятельности в области гидрометеорологии и проведен первичный функциональный и структурный анализ соответствующей системы управления.

Управление государственным имуществом и оказание государственных услуг в сфере гидрометеорологии является Гидрометеорологический центр МЧС ДНР, функциональный анализ которого будет рассмотрен далее.

Обобщая структура системы управления Гидрометеорологического центра МЧС ДНР:

1. Отдел гидрометеорологического обеспечения и обслуживания: метеорологический пост Донецк; метеорологический пост Макеевка.
2. Отдел гидрологии (7 гидрологических постов).
3. Отдел автоматизированного приёма и передачи информации.
4. Лаборатория наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха г. Донецк.
5. Лаборатория наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха г. Горловка.
6. Лаборатория поверки средств измерительной техники.
7. Метеорологические станции: Амвросиевка, Дебальцево, Донецк.
8. Морская гидрологическая станция Донецк 2 разряда.

В соответствии с частью 4 статьи 23 Закона Донецкой Народной Республики «О гидрометеорологической деятельности», Гидрометеорологическая информация общего назначения включает в себя:

1. Обобщенные данные о состоянии рек Приазовья, загрязнении окружающей среды.
2. Стандартные прогнозы погоды общего пользования (облачность, осадки, другие атмосферные явления, направление и скорость ветра, минимальная и максимальная температура воздуха).
3. Определение требований к информационной продукции.
4. Формирование государственных информационных ресурсов, создание и ведение единого государственного фонда данных.
5. Экстренную информацию - штормовые предупреждения об ожидаемых опасных и стихийных метеорологических явлениях.

Организация системы управления в области гидрометеорологии в целом носит интернациональный характер. В связи с этим дана краткая характеристика отдельных Национальных гидрометеорологических служб: России, США, Канады и Германии.

Структура системы управления Российской Федерации в области гидрометеорологии состоит:

- центральный аппарат;
- территориальные органы Росгидромета - межрегиональные территориальные управления и управления по отдельным субъектам РФ;
- гидрометеорологический центр;
- центр по мониторингу окружающей среды: гидрометеорологические станции и посты; лаборатории по наблюдению за загрязнением; служба средств измерений; гидрометеорологические обсерватории; противолавинные центры;
- авиаметеорологические центры и авиаметеорологические станции;
- служба по автоматизированной передаче данных;
- подведомственные организации (научно-исследовательские учреждения).

Основные функции:

1. Формирование и обеспечение функционирования государственной наблюдательной сети;
2. Обеспечение органов государственной власти, Вооруженных сил (ВС) РФ, а также населения информацией о фактическом и прогнозируемом состоянии окружающей среды, ее загрязнении, в том числе экстренной информацией;
3. Определение требований к информационной продукции;
4. Определения перечня работ федерального назначения, организация и обеспечение их выполнения;
5. Формирование государственных информационных ресурсов, создание и ведение единого государственного фонда данных;
6. Организация и проведение работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы, а также государственный надзор за проведением этих работ;
7. Обеспечение охраны государственной наблюдательной сети, грузов, специальной корреспонденции, носители сведений, составляющих государственную тайну, жизни и здоровья работников пунктов наблюдений;
8. Участие в международном сотрудничестве РФ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
9. Осуществление лицензирования деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях.

Национальная гидрометеорологическая служба США состоит из 4 блоков:

1. Наука и технологии (разработка программ, анализ доступных технологий финансирует прикладные в т.ч. инновационные исследования).
2. Разработки в области гидрологии (обеспечение научных исследований).
3. Информационные системы (руководство информационными системами, разработка программ внедрения и использования новых информационных систем).
4. Сервисное обслуживание (обеспечивает услуги по прогнозам погоды).

Национальная гидрометеорологическая служба Канады состоит из 6 Блоков:

1. Блок коммуникаций (взаимодействие со СМИ, разработка планов и стратегий).
2. Блок по науке (организация и проведения исследований в области метеорологии).
3. Блок прогнозов состояния атмосферы (координирует работу региональных подразделений, взаимодействие в области разработки ПО и информационных систем).
4. Блок мониторинга атмосферы и гидросферы (формулирование национального стандарта для систем наблюдения и архивирования, внедрение новых технологий для сохранения данных).

5. Блок по разработке политики и корпоративным связям (международное сотрудничество, корпоративное взаимодействие).

6. Блок сервиса (предоставление метеорологических и гидрологических услуг организациям и населению).

Национальная гидрометеорологическая служба Германии, её основные функции:

1. Предоставление метеорологических услуг населению.
2. Обслуживание флота и авиации.
3. Наблюдения за погодой, составом атмосферы и радиоактивностью.
4. Руководство системами наблюдения.
5. Сохранение архивных данных - проведение научных исследований.

В результате сравнения стран мы выяснили, что системы управления в области гидрометеорологии имеют общие черты:

- в структуре безусловно присутствуют подразделения по мониторингу и прогнозированию условий погоды и состава атмосферы;
- высокая значимость научных исследований;
- информационное обслуживание различных клиентских функций.

Хочется отметить большое значение, которое уделяется в отдельных НГМС использованию современных технологий в рассматриваемой сфере деятельности. Функционал, который осуществляется гидрометеорологической службой Российской Федерации в содержательном смысле имеет различия. Так в российской практике получили распространения задачи, не имеющие аналогов в рассматриваемых примерах:

- обеспечение противолавинной службы;
- организация работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы, надзор и контроль за ними;
- обеспечение интересов государства в международных отношениях (Договор об Антарктике, Рамочной конвенции ООН и др.).

В данной работе проведено сравнение системы управления в области гидрометеорологии и выявлено ряд недостатков в части обоснованности отдельных функций, их соответствия государственным задачам и оптимальности организационной структуре ведомства, осуществляющего государственное регулирование в рассматриваемой сфере деятельности.

В дальнейшем планируется провести более глубокое сравнение представленных систем для совершенствования системы управления в области гидрометеорологии.

## ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Хромов, С. П. Метеорологический словарь. / С. П. Хромов, Л. И. Мамонтова. - Л.: Гидрометеиздат, 1974
2. Толмачева, Е. А. Средства измерений гидрометеорологического назначения. Учебное пособие / Е. А. Толмачева, А. Г. Тимофеева. - М., ИПК Росгидромета, 2017. 223 с.

## АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ В ПЕРИОД ЗА 2018-2020 ГОД

Долженков А.Ф., д.т.н., профессор, Мачикина Д.В., ассистент, Дрягин В.В., студент  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Согласно статистическим данным в период с 2018 по 2020 годы в Донецкой Народной Республике отмечается увеличение объемов выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками. Общий объем выбросов вредных (загрязняющих) веществ (без учета выбросов диоксида углерода) в 2020 году составил 463,6 тыс. т. Кроме того, объем выбросов диоксида углерода составил 16,4 млн. т, из которых 15,9 млн. т приходится на стационарные источники. Более 84 % выбросов вредных (загрязняющих веществ) от стационарных источников приходится на отрасли по производству электроэнергии и добыче каменного угля [1].

Процессы обогащения полезных ископаемых сопровождаются выбросами загрязняющих веществ, образованием сточных вод, отходов и другими воздействиями на окружающую среду, зависящими от состава обогащаемого минерального сырья, выбранного метода обогащения, применяемых технических и технологических решений [2].

В 2020 году на территории Донецкой Народной Республики посты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха функционировали в городах Донецк, Макеевка, Горловка и Енакиево.

Во всех указанных выше промышленных центрах Республики в 2018 году наблюдалось загрязнение воздуха формальдегидом (от 1,1 ПДК до 2,3 ПДК), пылью (от 1 ПДК до 2,1 ПДК) и диоксидом азота (кроме Горловки) (от 1,3 ПДК до 2,8 ПДК).

Информация об изменении среднегодовых концентраций загрязняющих веществ по городам Донецк, Макеевка, Горловка и Енакиево, предоставленная Гидрометеорологическим центром Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики, отображена на рис. 1 - 4.

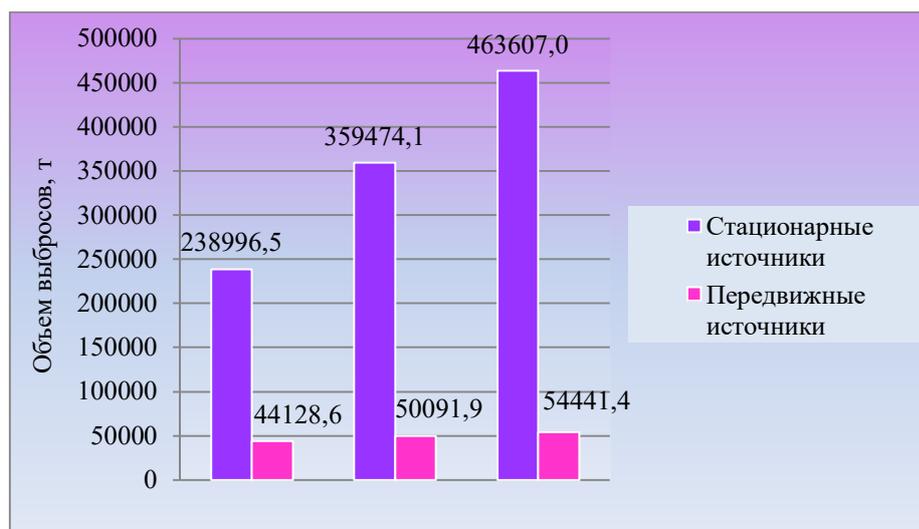


Рисунок 1 – Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Донецкой Народной Республики за 2018-2020 годы (без учёта выбросов диоксида углерода), (тонн)

В период с 2018 по 2020 год в Донецкой Народной Республике отмечается увеличение объёмов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками и незначительное увеличение объёмов выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников. Кроме того, объёмы выбросов диоксида углерода составили 16,4 млн. т, из которых 15,9 млн. т приходится на стационарные источники [3].

В структуре выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников за 2020 год наибольшую долю составили выбросы диоксида и других соединений серы (41,6 %) и метана (31,1 %) (рис. 2).

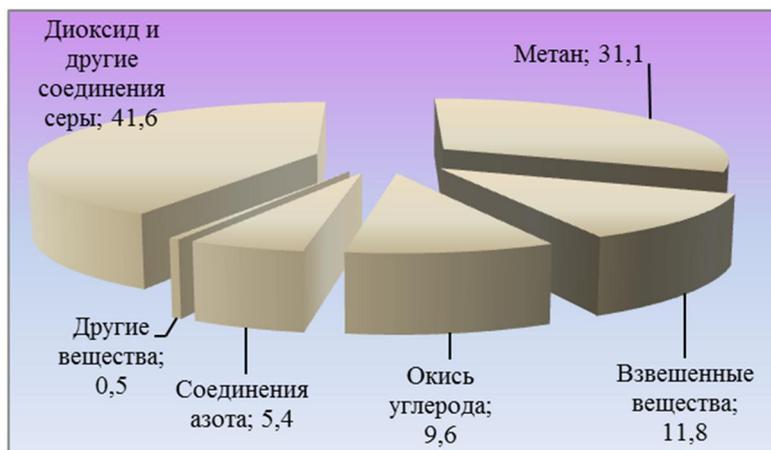


Рисунок 2 – Структура выбросов основных загрязняющих веществ (%) в Донецкой Народной Республике за 2020 год

В среднем, одним предприятием, от стационарных источников было выброшено 614 т загрязняющих веществ. Анализируя динамику выбросов основных загрязняющих веществ в Донецкой Народной Республике за период с 2018 по 2020 год можно отметить тенденцию к увеличению доли в структуре выбросов диоксида и других соединений серы, а также метана [4].

В разрезе городов и районов Донецкой Народной Республики наибольший объём выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками (без учета диоксида углерода) наблюдался в Старобешевском районе, городах Харцызск, Кировское и Донецк (рис. 3).

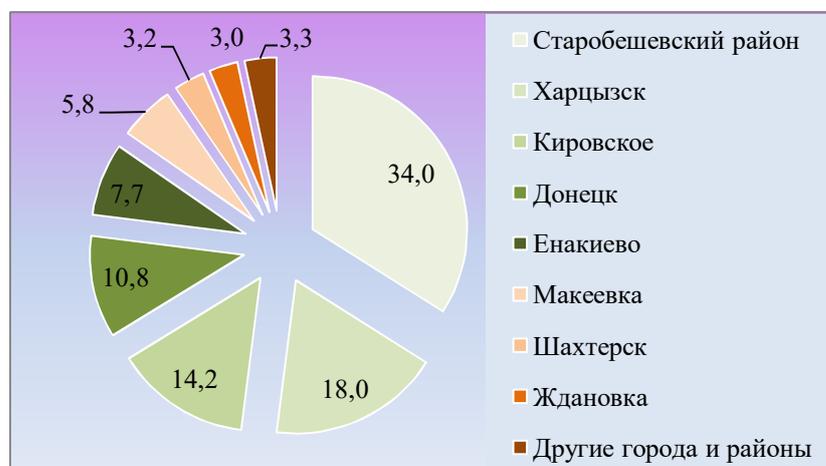


Рисунок 3 – Распределение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками (без учета диоксида углерода) по городам и районам Донецкой Народной Республики за 2020 год (%)

Более 84 % выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников приходится на отрасли по производству электроэнергии и добыче каменного угля. В 2018 году объём выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения в расчёте на одного человека составил 202,1 кг, а на 1 км<sup>2</sup> - 51,8 т.

К основным парниковым газам, выбрасываемым субъектами хозяйствования Донецкой Народной Республики, относятся углекислый газ и метан. Суммарный выброс вышеуказанных парниковых газов в Донецкой Народной Республике за 2020 год составил 16,5 млн. т.

За 2020 год в атмосферный воздух было выброшено 16,4 млн. т углекислого газа, в том числе стационарными источниками – 15,9 млн. т (97,2 %), передвижными – 0,5 млн. т (2,8 %) [5].

Структура выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников по видам экономической деятельности за 2020 год представлена на рис. 4.



Рисунок 4 – Структура выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в разрезе видов экономической деятельности, 2020 год (%)

**Выводы.** Результаты анализа имеющихся статистических данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух за период 2018-2020 года на территории Донецкой Народной Республики, демонстрируют следующую динамику (без учета выбросов диоксида углерода):

- 2018 г.: 238996,5 т – стационарными источниками, 44128,6 т – передвижными источниками;
- 2019 г.: 359474,1 т - стационарными источниками, 500091,9 т – передвижными;
- 2020 г.: 463607,0 т – стационарными источниками, 54441,4 т – передвижными источниками.

За указанный период наблюдается увеличение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на 224 611 т (на 93,98 %). Увеличение выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников составляет 10312,8 т (23,37 %).

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха стационарными источниками приносят следующие населенные пункты и районы ДНР: Старобешевский район (34 % от общей доли выбросов поступающих от стационарных источников), г. Харцызск (18 %), г. Кировское (14,2 %), г. Донецк (10,8 %). Вклад других населённых пунктов не превышает 8 %.

Объёмы выбросов загрязняющих веществ по видам экономической деятельности также существенно отличаются. На долю сектора производства электроэнергии приходится 51,5 % выбросов загрязняющих веществ поступающих в атмосферный

воздух, добыча каменного угля привносит – 33,0 %, а производство чугуна, стали и ферросплавов – 8,5 %.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Проблемы загрязнения атмосферы. Экологический мониторинг и нормы воздействия отраслей промышленности: учебное пособие / О. А. Арефьева, Н. А. Полигаева, О. В. Рябова [и др.]. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-7433-3362-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108699.html> (дата обращения: 15.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

2. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов: учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд. — Москва: Инфра-Инженерия, 2019. — 316 с. — ISBN 978-5-9729-0248-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86588.html>

3. Статистические данные о выбросах в атмосферу стационарными источниками за период 2018-2020 — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система: [сайт]. — URL: <http://glavstat.govdnr.ru/>

4. Кулагина, Т. А. Технологические процессы и загрязняющие выбросы : учебное пособие / Т. А. Кулагина, И. В. Андруняк. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. — 206 с. — ISBN 978-5-7638-4024-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100131.html> (дата обращения: 16.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

5. Котов, Ю. М. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: оценка воздействия на окружающую среду выбросов загрязняющих веществ : учебное пособие / Ю. М. Котов, И. В. Барышева, Л. А. Мирошкина. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2002. — 95 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97891.html> (дата обращения: 16.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

## ПРОЦЕСС ВОДОПОДГОТОВКИ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ ТОВАРОВ

Иванова В. А., Зубцова Т. И., к.х.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Природные воды, забор которых производится из естественных источников (реки, скважины), требуют предварительной очистки от загрязнений различной природы, после чего становится возможным их дальнейшее использование. В качестве природных компонентов, подлежащих удалению из природных вод, можно назвать механические частицы, соли тяжелых металлов, органические включения, бактерии и вирусы, а в некоторых случаях и радионуклиды.

При создании аппаратурно-технологической схемы установки водоподготовки в промышленном производстве косметических товаров основополагающими являются состав исходной воды и требования заказчика к очищенной воде. Возможность выполнения этих требований одним методом очистки крайне редка. Практически всегда необходима комбинация нескольких способов. Оптимальный выбор сочетания таких способов особенно актуален в настоящее время, когда наряду с ужесточением требований к качеству воды на первый план выходит экологическая безопасность всего процесса: отходы должны быть минимальными по объему и нетоксичными по химическому составу.

Основными технологическими приемами водоподготовки являются:

1. Очистка воды от взвешенных частиц;
2. Очистка от солей тяжелых металлов, в основном, железа и марганца;
3. Удаление органических загрязнений (обесцвечивание, дезодорация);
4. Умягчение воды;
5. Обессоливание;
6. Удаление биологических загрязнений;
7. Коррекция состава воды (щелочности или кислотности, содержания Ca, F, I и др.).

На рис. 1 в логической последовательности показаны все перечисленные элементы. Технологические схемы водоподготовки, состав которых определяется качеством используемой воды и заданными параметрами очищенной, создаются путем различного сочетания этих элементов.

Качество парфюмерно-косметической продукции определяется, в первую очередь, качеством воды, используемой при их производстве. Очистку воды проводят различными реагентами, в частности, алюмокалиевыми квасцами. Преимуществом алюмокалиевых квасцов является практически полное отсутствие медицинских противопоказаний для применения.

В данной работе проведен сравнительный химический анализ ряда показателей неочищенной водопроводной воды и воды, очищенной алюмокалиевыми квасцами. Для полноты информации использовали два вида квасцов: из разряда химических реактивов (класс «ч») и из разряда медицинских препаратов («100% натуральный кристаллический порошок алюмокалиевых квасцов»).

Параллельно проводили анализ кипяченой воды, поскольку кипячение – это самый простой и распространенный способ обеззараживания воды. Как правило, воду кипятят не менее пяти минут, после чего охлаждают в закрытом от пыли сосуде. При кипячении воды оседают коллоидные частицы грязи, уменьшается содержание легколетучих компонентов и свободного хлора. При температуре 100°C погибает большинство болезнетворных микробов, вирусов и возбудителей паразитарных заболеваний. Но кипячение не очищает воду от пестицидов, тяжелых металлов, нитратов, фенола и других примесей.

В табл. 1 приведены результаты химического анализа образцов водопроводной неочищенной воды; воды, очищенной квасцами из магазина химреактивов и из аптеки; воды кипяченой.



Рисунок 1– Основные приемы водоподготовки

Результаты химического анализа вод по всем определяемым показателям практически одинаковы. Содержание калия в очищенной воде несколько повышено по сравнению с исходными образцами, поскольку катионы калия не сорбируются осадком и поступают в воду из квасцов. Полученные данные несколько превышают ПДК для калия (20 мг/л) в питьевой воде, что является несущественным и даже положительным, поскольку дефицит калия в организме ведет к нарушению функций нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем.

Таблица 1 – Результаты химического анализа воды

Показатель	Вода водопроводная	Вода, очищенная квасцами		Вода кипяченая
		реактивными	медицинскими	
Щелочность (ОН <sup>-</sup> , НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), ммоль/л	3,4	3,0	3,2	3,4
Жесткость, ммоль/л	5,8	5,8	5,4	6,2
Содержание, мг/л:				
Ca <sup>2+</sup>	77	75	67	81
Mg <sup>2+</sup>	23,4	24,6	24,0	26,4
Na <sup>+</sup>	97,8	102	120	102
K <sup>+</sup>	5,8	23,4	22,5	8,2
pH	6,9	6,8	6,7	7,2

По санитарным нормам содержание ионов кальция в питьевой воде должно быть не менее 25мг/л, а магния – не менее 10мг/л, что полностью согласуется с результатами проведенного химического анализа вод. Таким образом, предположение о потере этих катионов при фильтровании осадка, образующегося в процессе очистки воды квасцами, не подтвердилось.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать предварительные выводы:

1. Катионы кальция и магния не сорбируются выпадающим осадком метгидроксида алюминия и не задерживаются на фильтре. Это можно считать положительным фактором, принимая во внимание необходимость наличия этих элементов в организме человека.

2. Увеличение содержания катионов калия в очищенной воде свидетельствует о том, что катионы калия не сорбируются осадком и из квасцов переходят в раствор.

3. Сравнивая полученные данные с санитарными правилами и нормами, можно сделать вывод о пригодности вод, очищенных алюмокалиевыми квасцами для приготовления косметических средств и даже в питьевых целях.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. СанПиН 2.1.4. 1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

2. Кошкин, Л. И. Экономика химического производства. – Москва, РХТУ, 2002. – 55 с.

3. Кутепов, А. М. Практикум по процессам и аппаратам химической технологии / А.М. Кутепов, Д.А. Баранов. - 2-е изд. перераб. - Москва: МГУИЭ, 2005. - 328 с.

4. Лапидус, А. С. Экономическая оптимизация химических производств. – Москва, Химия, 1986. - 208 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА КАРЬЕРЕ АО «СТОЙЛЕНСКИЙ ГОК»

Игнатенко Е.М., ассистент кафедры прикладной геологии и горного дела  
института наук о Земле ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ»

Совершенствование системы охраны труда и промышленной безопасности на АО «Стойленский ГОК» - одна из самых актуальных проблем, стоящих перед руководством комбината. Горные работы в карьере ведутся в соответствии с требованиями «Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» [1].

Рабочие и специалисты в соответствии с утвержденными нормами обеспечены и обязаны пользоваться специальной одеждой, специальной обувью, исправными защитными касками, очками и другими средствами индивидуальной защиты, соответствующими их профессии и условиям работы.

Мероприятия по совершенствованию системы охраны труда и промышленной безопасности, проводимые на АО «Стойленский ГОК» включают два основных блока: комплекс профилактических и оздоровительных мероприятий в системе управления охраной труда и мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и охране окружающей среды.

Ключевыми мероприятиями по совершенствованию системы охраны труда и промышленной безопасности на карьере АО «Стойленский ГОК» являются внедрение современных методик дистанционной оценки состояния откосов уступов карьера с использованием высокоточных измерительных приборов в безотражательном режиме, а также комплексной системы диспетчеризации.

Методика дистанционной оценки состояния откосов уступов карьера позволяет избежать нахождения специалиста в опасной близости от откосов уступов, в зоне возможных обрушений и в опасной рабочей зоне горных машин и оборудования, кроме того данная методика позволяет минимизировать затраты труда, быстро получать информацию о состоянии породного массива для принятия оперативных управленческих решений по обеспечению безопасных условий труда в карьере.

В качестве основных инструментов реализации данной методики следует рассматривать высокоточные сканирующие системы и электронные тахеометры, способные работать в безотражательном режиме на больших расстояниях.

Съемку трещин в карьере осуществляют с нескольких перекрещивающихся позиций, таким образом, чтобы минимизировать на которые лучи сканера не попадают (рис. 1).

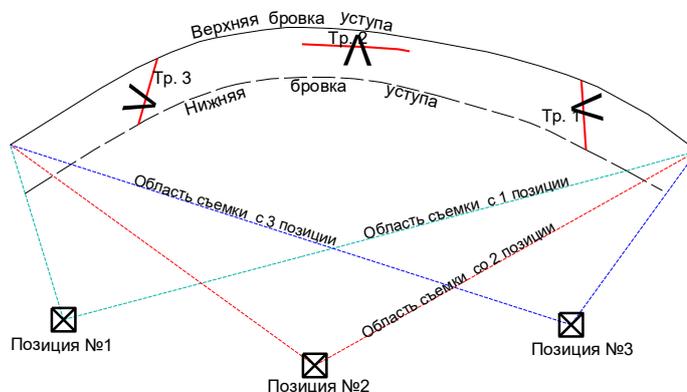


Рисунок 1 - Примерная схема лазерного сканирования изучаемого участка уступов карьера

По результатам съемки с использованием специализированного ПО формируется единая детальная точечная трехмерная модель карьера. По фотоснимку, сделанному интегрированной в сканер фотокамерой (или дополнительно откалиброванным под него фотоаппаратом) трехмерная модель, окрашивается в реальные цвета (рис. 2).

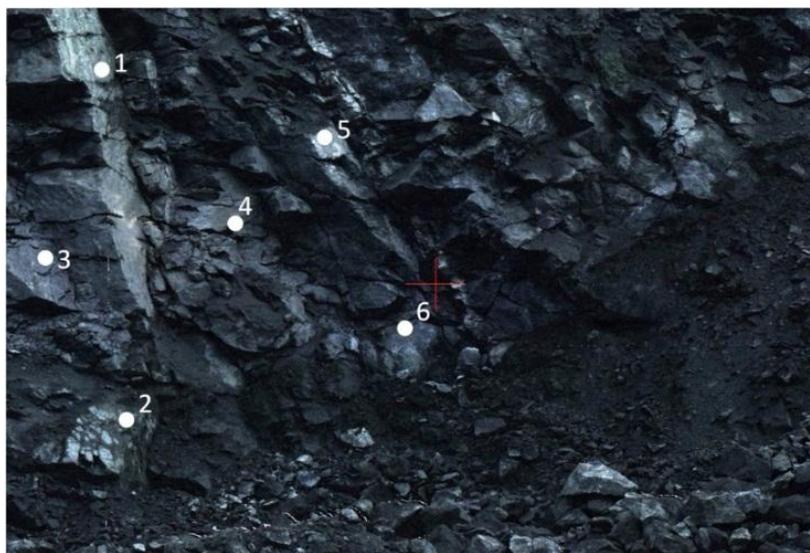


Рисунок 2 - Фрагмент трехмерной модели уступов карьера с выделенными трещинами

Данная методика позволяет осуществлять комплексные натурные исследования, для обеспечения всех видов горных работ на карьере, обеспечивает максимальную безопасность проведения натурных исследований в карьере.

Данная технология апробирована в процессе геолого-структурной съемки карьера АО «Стойленский ГОК».

Таким образом, применение лазерного сканера позволяет при минимальных затратах труда оперативно изучать трещинную структуру породного массива в уступах карьера с удаленных от объекта изучения на сотни метров безопасных участков [2].

Внедрение комплексной системы диспетчеризации позволит оперативно в режиме реального времени получать информацию о местоположении техники, ее техническому состоянию. Данные полученные с приборов и датчиков, установленных на подвижной транспорт, а также на средства индивидуальной защиты работников, находящихся в карьере позволят избежать столкновений горной техники, наезды на сотрудников, осуществляющих пешие переходы по транспортным бермам, своевременно применять меры по профилактике оборудования для снижения его аварийности.

Внедрение, в рамках комплексной системы диспетчеризации, видеометрических комплексов высокого разрешения позволит в режиме реального времени отслеживать всю технологическую цепочку добычи полезного ископаемого, контролировать исполнение требований по охране труда и промышленной безопасности в карьере, своевременно оповещать сотрудников о возникшей опасности.

Кроме того, по данным фото фиксации и видеосъемке станет возможным идентификация человека и оценка состояния его здоровья и степени усталости.

Для обеспечения контроля соблюдения ПДК вредных веществ в воздухе целесообразно в карьере разместить сеть автоматизированных датчиков контроля состояния атмосферного воздуха. Совершенствование охраны труда и промышленной безопасности при проведении буровзрывных работ достигается за счет внедрения наиболее безопасного и прогрессивного способа взрывания скважинных зарядов с

использованием детонирующего шнура, электродетонаторов, пиротехнических реле и эмульсионные ВВ.

Системный подход к управлению охраной труда и промышленной безопасностью, выполнение запланированных мероприятий, проведение анализа состояния охраны труда и промышленной безопасности, своевременная разработка и реализация корректирующих мероприятий направленных на устранение причин проявления несоответствий, позволит планомерно снизить производственный травматизм и количество аварийных ситуаций на производстве.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Единые правила безопасности при ведении горных работ открытым способом; Постановление Федерального горного и промышленного надзора России от 9 сентября 2002г №57. Зарегистрирован в Минюсте РФ 21 ноября 2002 г. №3938.

2. Дунаев, В. А. Дистанционное определение элементов залегания трещин при натурном изучении деформаций уступов карьеров / В.А. Дунаев, О.В. Олейник, Е.Б. Яницкий // Журнал «Известия Тульского государственного университета. Сер. Науки о Земле». – 2011. – № 1. – С. 107-111.

## К ПРОБЛЕМЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Каражия Д.В., Ефимов В.Г., к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Очень важным вопросом в Республике на сегодняшний день остаётся вопрос землепользования вблизи водных объектов. К сожалению, на современном этапе общественного развития горнодобывающая деятельность относится к одним из самых влияющих на состояние природной среды занятий человечества. Водные ресурсы Донецкой Народной Республики являются важной составляющей в дальнейшем развитии нашего молодого государства.

Водные ресурсы республики складываются из поверхностных вод (рек, водохранилищ, прудов, озёр), подземных вод и некоторой части вод Азовского моря. Основные реки ДНР – Кальмиус, Миус, Крынка, Грузская, Еланчик и другие. Общая протяжённость речной сети составляет 5843,9 км.

Для питьевого, сельскохозяйственного водоснабжения, промышленного рыбозаводства и орошения земель используются водохранилища и пруды, построенные в 50-70 годы прошлого века. На территории Донбасса в настоящее время основной рекой является река Кальмиус. Это самая важная река для региона. На ней создано 4 водохранилища, в одном из которых заканчивается канал Северский Донец, обеспечивающий питьевой водой Донбасс. Притоки реки Кальмиус зарегулированы прудами, которые используют для сброса сточных и шахтных вод, орошения и технического водопользования.

Исторически сложилось, что г. Донецк является центром сосредоточения различных отраслей промышленности, отсюда существенное ухудшение окружающей среды, в том числе земель и водных ресурсов. Это связано с тем, что предприятия в своей деятельности используют водные ресурсы, а в реку сбрасываются уже использованные сточные воды, которые и являются основными загрязнителями рек. В воде практически всех рек региона существует высокая концентрация солей, нитритов, азота аммонийного, взвешенных и органических веществ [1].

В процессе деятельности предприятий не только земельные участки, но и территории вокруг них подвержены загрязнению тяжёлыми металлами. В результате добычи полезных ископаемых открытым и подземным способом и строительства линейных объектов на землях происходят нарушения целостности недр. Поэтому сегодня ставятся вопросы по рекультивации таких земель и природообустройству таких земель.

Для комфортного и безопасного проживания населения органами власти проводятся работы по обустройству территорий, в том числе и на землях ранее подвергшихся нарушениям целостности почвенного покрова и недр.

Проведенные специалистами исследования говорят о том, что вода в реке Кальмиус на всём её протяжении не соответствует требованиям стандарта (СанПиН № 4630-88 «ПДК и ОДУ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»), большинство загрязнителей превышают предельно допустимые концентрации в несколько раз.

На сегодняшний день на р. Кальмиус не осуществляется рыболовство, поскольку было выпущено 172 тысячи мальков русского осётра-рыбы, которая занесена в Красную Книгу [2].

В настоящее время для Донецкого угольного бассейна острой стала проблема ликвидации угледобывающих промышленных комплексов, которые исчерпали свой ресурс. Безусловно, добыча угля в регионе вызвала в первую очередь, изменения гидродинамической структуры подземных вод, складирование огромного количества выданной на поверхность пустой породы, что влечёт к образованию терриконов. В общем и целом экосистема территорий вокруг шахт находится в определённом равновесии, но в

случае их закрытия появляются сложные и трудноразрешимые задачи. В первую очередь это очень затратно. В Донбассе, например, при подъёме уровней грунтовых вод треть территории в пределах городов и сельскохозяйственных земель может быть подтопленной или затопленной. Подтопление свалок чревато перетоками химических элементов, микроорганизмов во внутренние воды. Поэтому ликвидация угольных шахт требует больших расходов [3].

Проблема природообустройства многие годы волнует учёных. Например, авторы Лобов И.М., Воронова И.С., Егорушкина Т.Н., проведя исследование проблем природообустройства при реновации угольных шахт Донбасса предлагают следующие пути решения проблем [4]. Наиболее перспективной является не ликвидация шахт, а реновация производства, диверсификация его деятельности, с переходом на новый высокотехнологичный уровень. На территории бывших шахт возможно создание «зелёных зон», парков, музеев и другие объекты отдыха. Пример реновации шахты Цольферайн в Германии. Согласно проекту реновации цеха шахты, соединили между собой эскалаторами и подъёмниками. Дороги замостили тротуарной плиткой, восстановили фасады зданий и сооружений, привели в порядок интерьер для проведения экскурсий.

Примером природообустройства и водопользования в ДНР может служить верховье реки Кальмиус в черте города Донецка, представляющая собой лесопарковую зону, интенсивно поросшую лесом по правому берегу. В 1950-х годах здесь был разбит парк культуры и отдыха имени Ленинского комсомола. В 1961 году в пойме реки создано водохранилище.

Таким образом, можно сделать вывод, что угледобывающие объекты Донбасса, у которых иссякли ресурсы, являются основой, на которой можно создать современное рентабельное предприятие. Шахтная промышленная зона - это ценный и перспективный объект, реновация которого является одним из наиболее эффективных путей снижения затрат на строительство, эксплуатацию новых предприятий и решения проблем природообустройства прилегающих территорий. К сожалению, на сегодняшний день не производится государственный мониторинг воды в реке Кальмиус в связи со сложившимися в ДНР геополитическими условиями. Поэтому следует усилить контроль за качеством состояния рек бассейна реки Кальмиус.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Речная сеть в ДНР – URL: <https://gl.vrh.ugletele.com/vodnye-obekty-natsionalnye-dostoyanie-naroda-dnr/>.
2. Водопользование в ДНР – URL: <https://gkvrh.ugletele.com/informatsiya-provodohosyajstvennuu-obstanovka-za-iii-kvartal/>.
3. Рыболовство на реке Кальмиус – URL: <http://mariupolnews.com/ua/news/view/v-mariupolskom-kalmiuse-poyavilsya-zanesennij-v-krasnuyu-knigu-osetr>.
4. Егорушкина, Т. Н. Обоснование направлений диверсификации предприятий угольной промышленности: автореф. дис.... канд. экон. наук. Тула. - 2002. - 24с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

**Клименко Д.В., магистрант, Рутковская Д.С., старший преподаватель  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**

В результате производственной деятельности тепловых электрических станций образуется значительное количество золошлаковых отходов, которые складываются на золоотвалах. В настоящее время золоотвалы представляют серьезную эколого-экономическую проблему, требующую комплексного решения. Необходимо отметить, что согласно статистическим данным общее количество накопленных отходов производства и потребления в Донецкой Народной Республике составляет более 1,8 млрд. т. Одним из способов уменьшения количества накопленных отходов является их использование в качестве сырья в других производствах.

В Донецкой Народной Республике, в 8 км от г. Харцызск, расположено Обособленное подразделение «Зуевская ТЭС» Республиканского предприятия «Энергия Донбасса». Зуевская ТЭС играет ключевую роль в темпах развития экономики Донецкой Народной Республики. Генерация электроэнергии обеспечивает жизнедеятельность и конкурентоспособность промышленных, гражданских, социальных и других объектов Республики. На Зуевской ТЭС ежегодно накапливается от 450 до 850 тыс. тонн золошлаковых отходов [1, 2].

К золошлаковым отходам Зуевской ТЭС относят шлак топливный, золошлаковую смесь от сжигания углей при гидроудалении золы-уноса и топливных шлаков малоопасную. Данные отходы относятся к IV классу опасности [2].

Преобладающими минералами в золошлаках Зуевской ТЭС являются оксиды кремния, алюминия, железа, в малых количествах – оксиды кальция, магния, калия, натрия, серы. В составе золошлаков присутствуют, но в значительно меньших количествах, тяжелые металлы в виде трудно- и нерастворимых соединений. Одним из свойств, характеризующих золошлаковые отходы, является радиационная безопасность материала. Активность радионуклидов в золошлаках Зуевской ТЭС не превышает установленных нормативов, поэтому золошлаки могут без ограничений использоваться во всех видах строительства [2].

Рассматривая золошлаковые отходы в качестве сырья, следует отметить, что по своим характеристикам они являются перспективным материалом и используются в различных отраслях промышленности во многих странах.

Самым актуальным способом использования золошлаковых отходов является производство различных бетонов. Золошлаковая смесь используется как минеральная добавка в цемент или в качестве заполнителя. Данный материал используется при производстве легкого и тяжелого бетона, мелкозернистого бетона, ячеистого бетона. Золошлаковая смесь используется в зависимости от крупности фракций. Крупнозернистую смесь используют в качестве полной или частичной замены мелкого и крупного заполнителя, среднезернистую смесь применяют в качестве частичной замены заполнителей и цемента, мелкозернистую смесь используют для полной или частичной замены мелкого заполнителя, а также для частичной замены цемента или песка. При использовании золошлака повышается прочность конечного изделия, улучшается стойкость бетона против действия кислот, повышается водонепроницаемость, повышаются теплоизоляционные и звукоизоляционные характеристики. Использование в производстве бетонов золошлаковых отходов позволяет сократить расход цемента на 20-35 % в зависимости от вида бетона. Несмотря на ряд преимуществ, применение золошлаковых отходов может привести к снижению скорости набора первоначальной прочности, ухудшению показателя морозостойкости, повышению водопоглощения, для

улучшения качества материала необходимо осуществлять пропаривание бетона и использовать различные добавки для нейтрализации недостатков [3].

Золошлаковые отходы могут стать хорошим сырьем для производства силикатного, цементно-песчаного и керамического кирпича. Отходы используются в качестве заменителя части песка или цемента. Конечные характеристики изделия будут зависеть от количества используемого золошлакового материала, величины различных добавок и температуры обжига. Золошлаковые отходы чаще всего способствуют увеличению прочности изделия, повышают теплоизоляцию и звукоизоляцию, улучшают сцепление конечного изделия с раствором, тем самым повышая удобоукладываемость, конечное изделие получает однородную форму, размер и цвет. Использование золошлаковых отходов позволяет сократить себестоимость производства изделия, что будет способствовать улучшению его конкурентоспособности. Несмотря на все преимущества, применение золошлаков будет способствовать увеличению водопоглощения [4].

Очень часто золошлаковые отходы используются для производства шлакоблоков. В целях снижения себестоимости вместо песка и гравия используют золошлаковые отходы или заменяют часть портландцемента. Шлакоблоки часто используют в строительстве за счет их низкой стоимости и простоты кладки. За счет пористой структуры шлакоблок обладает меньшим весом по сравнению с тяжелым блоком, при этом обладает высокой долговечностью и повышенной огнестойкостью. Одним из главных недостатков является его токсичность, так как он содержит множество тяжелых металлов и других токсичных веществ, может происходить отложение солей и высолов на поверхности материала, а высокое содержание кислот и серы требует выветривания в течение длительного времени. Данный материал сильно подвержен воздействию влаги, вследствие чего требуется дополнительная изоляция стен. Мнения целесообразности использования шлакоблока сильно разделились, с одной стороны материал прочный, дешевый, долговечный, с другой стороны токсичный [5].

Золошлаковые отходы активно используют в производстве различных утеплителей. Одним из таких утеплителей является пеностекло, которое производится из порошка стекла, шлака, борной кислоты и порообразователей. Характеристики материала улучшаются за счет повышения огнестойкости, снижения плотности, повышения прочности, улучшения химической стойкости и увеличения долговечности изделия. К главным недостаткам использования золошлаковой смеси при производстве пеностекла относят большой вес, высокую стоимость и сложность производства, так как золошлаковые отходы содержат разные концентрации элементов, которые требуют изменения температуры нагрева, времени выдержки и других технологических параметров [6].

Различные исследования и опыты показывают высокую эффективность сорбентов на основе золошлаковых отходов. Это обусловлено тем, что золошлаковые отходы обладают хорошими сорбционными свойствами и термической устойчивостью. Шлак и зола сорбируют на своей поверхности пары кислот, которые затем переходят в водный раствор, при этом обладают легкой регенерацией. Всё же на практике использование золошлаковых отходов в качестве сорбентов недостаточно изучено, к тому же для большей эффективности необходимо использовать различные дорогостоящие добавки [7].

Золошлаковые отходы являются отличным сырьем и используются во многих развитых странах. Главным недостатком золошлаковых отходов является большое разнообразие химического состава смеси, поэтому необходимо использовать золошлаковые отходы из одного источника. В зарубежных странах не применяют системы гидрозолоудаления, чаще всего зола хранится в сухом виде, в нашем случае золошлаковая смесь содержит большой процент влаги [8].

Исходя из рассмотренного опыта использования золошлаковых отходов, можно сделать вывод, что самым эффективным способом их переработки будет производство различных видов бетона и кирпичей. Производство шлакоблока нецелесообразно с

экологической точки зрения, производство утеплителей является экономически неэффективным, а производство различных сорбентов в настоящее время недостаточно изучено.

Таким образом, использование золошлаковых отходов в строительстве для производства бетона и кирпичей приведет к постепенному, но стабильному сокращению количества золошлаковых отходов, получению дополнительных строительных материалов, являющихся конкурентоспособными за счет более низкой себестоимости, и постепенному улучшению ситуации в сфере обращения с отходами на территории Республики.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Характеристика Зуевской тепловой электрической станции. Обособленное подразделение «Зуевская ТЭС» Республиканского предприятия «Энергия Донбасса». – URL: <https://don.energy/zuevskaya-tes> (дата обращения: 22.10.2021).

2. Инструкция (Регламент) по обращению с отходами производства и потребления на ОП «Зуевская ТЭС» РП «Энергия Донбасса» изд. 2018 г. – 54 с.

3. Угляница, А. В. Использование промышленных отходов в производстве бетонов / А.В. Угляница, Н.В. Гилязидинова // Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – URL: <https://www.sworld.com.ua/simpoz4/56.pdf> (дата обращения 23.10.21).

4. Накиев, Т. Р. Разработка технологии изготовления цементно-песчаного кирпича с использованием золы-уноса / Т.Р. Накиев, И.А. Чашев // Материалы VI международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук» № 2. - 2018 г. – С. 193-195. – URL: <http://repository.nkzu.kz/7758/> (дата обращения 23.10.21).

5. Thinh, P.H. «Utilizing Coal Bottom Ash from Thermal Power Plants in Vietnam as Partial Replacement of Aggregates in Concrete Pavement» / P.H. Thinh, B.T. Son // Journal of Engineering. – Malaysia: 2019. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/je/2019/3903097/> (дата обращения 24.10.21).

6. Яценко, Е. А. Разработка составов и исследование свойств блочного и гранулированного пеностекла, изготовленного с использованием шлаковых отходов ТЭС / Е. А. Яценко, В. А. Смолий. // Журнал «Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки». – Ставрополь, 2012. – С.115-119. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sostavov-i-issledovanie-svoystv-blochnogo-i-granulirovannogo-penostekla-izgotovlennogo-s-ispolzovaniem-shlakovyh-othodov> (дата обращения 24.10.21).

7. Федорова, Н. В. Исследование сорбирующих свойств золошлаковых материалов ТЭС по отношению к парам азотной кислоты / Н.В. Федорова, Ю.В. Щеглов // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2012. - Т. 12. Вып. 3. – URL: <http://www.sorpchrom.vsu.ru/articles/20120310.pdf> (дата обращения 25.10.21).

8. Золотова, И. Ю. Статья «Бенчмаркинг зарубежного опыта утилизации продуктов сжигания твердого топлива угольных ТЭС» / И.Ю. Золотова // Журнал «Инновации и инвестиции», № 12. - 2020. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/benchmarking-zarubezhnogo-opyta-utilizatsii-produktov-szhiganiya-tverdogo-topliva> (дата обращения 26.10.21).

## **ОЦЕНКА РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА**

**Ковихов А.С., магистрант, Хазипова В.В., к.т.н., доцент,  
Мнускина Ю. В., к.х.н, доцент  
ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР  
Лапина Л.В., преподаватель высшей категории  
ГПОУ «Донецкий профессиональный горный лицей»**

Для того чтобы обеспечить безопасность какого – то объекта защиты нужно уметь противостоять угрожающим ему опасностям. К этим двум понятиям – опасность и безопасность добавляется еще одно понятие – «риск», которое в определенной степени связывает два первых понятия. Так возникла основная триада понятий активно формирующейся в настоящее время теории риска и безопасности: опасность – риск – безопасность. Следовательно, за менее чем 35 лет мы прошли путь от «общества без риска» к обществу, умеющему анализировать, оценивать риск и управлять им. Но принципиально невозможно все риски, связанные с тем или иным объектом защиты, свести к нулю. Это объясняется как перманентной неполнотой и относительностью научных представлений об опасностях и рисках, так и ограниченными инженерно-техническими и экономическими возможностями того или иного объекта.

В настоящее время угольная промышленность находится на стадии интенсивного развития. Человек познакомился с углем десятки тысяч лет назад и начал систематически употреблять его для своих нужд. Точную дату начала применения угля человеком установить невозможно. Однако еще в древности человек соприкасался с ним. О «горючих камнях» писал Аристотель, Теофаст называл уголь антраксом (антрацитом). В течение нескольких последних столетий уголь был практически единственным энергоносителем в мире. Уголь крайне необходим для нормальной жизни человечества. В конце XX столетия ежегодное потребление угля на земле превысило 4 млрд. т. Основное направление использования угля – энергетическое. Для выработки электроэнергии и тепла расходуется около 60% всего добываемого в мире угля. Коксохимические и металлургические производства расходуют 25%, в коммунально-бытовой сфере – 15%.

В соответствии с законом Донецкой Народной Республики «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 54-INC от 05.06.2015 г. угледобывающие предприятия относятся к опасным производственным объектам I класса опасности. Это значит, что по каждому факту возникновения аварии на опасном производственном объекте проводится техническое расследование ее причин. Под аварией понимается разрушение технических устройств, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ. Возникновение аварии – это системное явление, т.е. оно происходит под воздействием многих факторов. Эти факторы нередко бывают техногенными, связанными с деятельностью человека, и поэтому только люди могут решить, как организовывать эту деятельность, чтобы снизить, устранить техногенные риски или смягчить последствия чрезвычайной ситуации.

Все вышесказанное определило актуальность темы исследования.

Цель исследования – анализ индивидуального риска при возникновении аварийных ситуаций на угледобывающем объекте, сравнение его с допустимым значением и, в случае превышения, переход к разработке мероприятий по снижению уровня риска. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить теоретические основы расчетов по оценке индивидуального риска как составляющего техногенного риска на промышленно опасном объекте;
- провести анализ и оценку техногенного риска на объекте защиты: построить логическое дерево событий опасных факторов чрезвычайной ситуации для одного из сценариев его развития; оценить последствия воздействия опасных факторов на работающий персонал; рассчитать индивидуальный риск;

– предложить мероприятия по снижению риска.

Степень риска аварий на объекте определяется на основе расчета индивидуального риска и критерий аварий по тяжести последствий [1]:

а) индивидуальный риск, характеризует частоту поражения отдельного или нескольких работников в результате воздействия прогнозируемых факторов опасности;

б) критерии аварий по тяжести последствий: катастрофическая, может привести к смерти более 10 человек и существенному ущербу производства; критическая, может привести к смерти от 1 до 5 человек и существенному ущербу производства; некритическая, не угрожает жизни людей, ущербу производству.

Для определения возможных сценариев возникновения чрезвычайной ситуации используется метод логических деревьев событий. Сценарий возникновения и развития чрезвычайной ситуации на логическом дереве отражается в виде последовательности событий от исходного до конечного события (ветви дерева событий) и представлен на рис. 1.

На основании анализа, опыта эксплуатации угледобывающего предприятия, специальной литературы и актов расследований аварий и инцидентов, был взят сценарий взрыва угольной пыли и метановоздушной смеси.

Во время добычи, транспортировки угля образуются мелкие частицы угольной пыли. Если не контролировать процесс её образования и позволять ей скапливаться, эта взрывоопасная пыль может воспламениться. Угольная пыль, если она находится в воздухе, способна стать причиной сильного взрыва. Взрыв угольной пыли может привести к высвобождению огромной энергии, возникновению пожара и сильному нагреву воздуха, который быстро распространяясь по шахте, способен стать причиной смерти или ранения находящихся там шахтеров. Взрыв может разрушить элементы системы вентиляции и крепления кровли, привести к загромождению путей эвакуации и блокированию шахтеров в шахте в условиях, когда кислород в шахтной атмосфере вытеснен удушающими газами [3].



Рисунок 1 - Логическое дерево событий

Масса угольной пыли, участвующая во взрыве, принимается исходя из особенностей технологического процесса добычи угля подземным способом. Оптимальные условия для взрыва – концентрация угольной пыли – 300 – 500 г/м<sup>3</sup>.

Метан может создавать взрывоопасные метановоздушные смеси. При содержании в рудничной атмосфере от 5% до 16% метана образуется смесь, которая при взаимодействии с пламенем или искрами вызывает взрыв. Самая взрывоопасная концентрация – 9,5%. Метан содержится в разных формах – от свободной до связанной, в угле и вмещающих породах. В выработки метан выделяется преимущественно из угля. В шахтах метан скапливается в пустотах среди пород, в основном, под кровлей выработок.

Для расчета поражающего действия взрывов определяются параметры детонационной волны расширяющихся продуктов детонации и ударной волны. Начальный радиус  $R_0$  (в м) полусферического облака газозвушной смеси в зависимости от объема  $V_0$  (в  $m^3$ ) рассчитывается формуле:

$$R_0 = \sqrt[3]{\frac{3V_0}{4\pi}}. \quad (1)$$

Приближенная формула для определения объема облака (в  $m^3$ ):

$$V_0 = \frac{22,4 \cdot K \cdot M}{\mu_{\Gamma} \cdot C_{\text{СТХ}}}, \quad (2)$$

где  $K$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от способа хранения продуктов,  $K = 1$  для газов при атмосферном давлении;

$M$  – масса газозвушной смеси, кг;  $\Gamma$

$\mu_{\Gamma}$  – молекулярная масса горючего вещества, метана;

$C_{\text{СТХ}}$  – объемная концентрация стехиометрической метанозвушной смеси, равная 9,5%.

$$V_0 = \frac{22,5 \cdot 500000}{16 \cdot 0,095} = 7368421 m^3$$

Начальный радиус:

$$R_0 = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 7368421}{2 \cdot 3,14}} = 154,5 \text{ м}$$

Расчет максимума избыточного давления взрыва на соответствующих расстояниях производится с применением "приведенных" расстояний ( $R_{\Pi}$ ) и массы по тротиловому эквиваленту наземного взрыва ( $M_T$ ):

$$M_T = \frac{2 \cdot M \cdot Q_{\text{СТХ}}}{Q_T}, \quad (3)$$

где  $M = \rho_{\text{СТХ}} \cdot V_0$  – масса горючего облака, кг;

$Q_{\text{СТХ}}$  – энергия взрывчатого превращения единицы массы метана – 2,763 МДж/кг;

$Q_T$  – энергия взрыва тротила ( $Q_T = 4184$  кДж / кг)

$$M_T = \frac{2 \cdot 1,232 \cdot 7368421 \cdot 2,763 \cdot 10^6}{4,184 \cdot 10^6} = 11989590 \text{ кг}$$

«Приведенное» расстояние, м/кг<sup>1/3</sup>:

$$R_{\Pi} = \frac{R}{\sqrt[3]{M_T}}. \quad (4)$$

$$\text{При } R=100 \text{ м } R_{\Pi} = \frac{100}{\sqrt[3]{11989590}} = 0,44 \frac{\text{м}}{\text{кг}^{1/3}}$$

Максимальное избыточное давление ударной волны рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{\text{max}} = P_0 \cdot P_{\Pi}, \quad (5)$$

где  $P_0 = 101,3$  кПа – атмосферное давление.

$P_{\Pi}$  определяется из выражения:

$$\lg P_{\Pi} = 0,65 - 2,18 \lg R_{\Pi} + 0,52 (\lg R_{\Pi})^2. \quad (6)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5):  $\Delta P_{max} = 1,57$  МПа  
 Величина избыточного давления взрыва пыли (в КПа) определена по формуле:

$$\Delta P_M = \frac{\rho_{п} \cdot Q \cdot P_0 \cdot K_{п}}{\rho_{в} \cdot C_{в} \cdot T_0 \cdot K_{н}}, \quad (7)$$

где  $T_0$  – температура воздуха в выработке, К;

$Q$  – удельная теплота сгорания вещества в пылевидном состоянии, Дж/кг,  $Q=29300$ ;

$P_0$  – начальное давление в выработке, КПа; 101,3 КПа;

$\rho_{в} = 1,223$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{в} = 1,01$  – теплоёмкость воздуха, Дж / (кг · К);

$K_{п} \cong 0,5$  – доля участия дисперсного продукта во взрыве;

$\rho_{п}$  – плотность угольной пыли, кг / м<sup>3</sup>,  $\rho_{п} = 0,5$  кг / м<sup>3</sup>;

$K_{н}$  – коэффициент, учитывающий неадиабатичность процесса горения ( $K_{н} \cong 3$ )

Подставив соответствующие значения в формулу (7), получим расчетное значение избыточного давления при взрыве угольной пыли, равное 62,3 КПа.

Расчитанное значение максимального избыточного давления взрыва метановоздушной смеси равно 1,57 МПа, избыточное давление при взрыве угольной пыли – 62,3 КПа. В этих условиях основными травмирующими факторами являются ударная волна взрыва, высокая температура, обрушение пород. При избыточном давлении 30...105 кПа у человека разрушаются барабанные перепонки, при избыточном давлении 40...100 кПа происходит контузия и травмы, связанные с повреждением внутренних органов, кровеносных сосудов и мышц. Но возможны и летальные исходы. Количество погибших  $N_m$  определяется по формуле:

$$N_m = \frac{n_{im} \cdot p_{im}}{100}, \quad (8)$$

где  $n_{im}$  - количество людей, находящихся в зоне (определяются по картограмме распределения людей);

$p_{im}$  – процент людей погибших в зоне.

При средней плотности персонала объекта – 0,003 чел./м<sup>2</sup>, количество погибших людей составит 2 человека. Следовательно, по тяжести последствий рассматриваемая авария относится к категории критических. Одной из наиболее часто употребляющихся характеристик опасности является индивидуальный риск – частота поражения отдельного индивидуума (человека) в результате воздействия исследуемых факторов опасности. В общем случае количественно (численно) индивидуальный риск выражается отношением числа пострадавших людей к общему числу рискующих за определенный период времени [2,3].

Уровень обеспечения безопасности работающего персонала в результате воздействия исследуемых факторов опасности отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^K, \quad (9)$$

где  $Q_B^K$  – нормируемый индивидуальный риск,  $Q_B^K = 1 \cdot 10^{-6} \frac{1}{год}$ ;

$Q_B$  – расчетный индивидуальный риск.

Расчетный индивидуальный риск определяют по формуле:

$$Q_B = \frac{P(t)}{L(f)}, \quad (10)$$

где  $P(t)$  — число пострадавших (погибших) в единицу времени  $t$  от определенного фактора риска  $f$ ;

$L(f)$  — число людей, подверженных соответствующему фактору риска  $f$  в единицу времени  $t$ .

Расчетный индивидуальный риск, определенный по формуле (10), при  $L(f)=3000$  чел, составляет  $7 \cdot 10^{-4}$ . Сравнительное сопоставление результатов анализа риска чрезвычайной ситуации с допустимым риском чрезвычайной ситуации для угледобывающего предприятия за заданный интервал времени свидетельствует о том, что уровень обеспечения безопасности работающего персонала в результате воздействия исследуемых факторов опасности не выполняется.

Так как нельзя создать абсолютно безопасные технологии, то, очевидно, следует стремиться к достижению хотя бы такого уровня риска, с которым общество в данный период времени сможет смириться. В силу этих обстоятельств в промышленно – развитых странах, начиная с конца 70-х – начала 80-х годов начался переход от концепции «абсолютной безопасности» к концепции «приемлемого риска». Условие приемлемости риска может выражаться в разработке мероприятий. Использование орошения, соответствующий выбор оборудования для удаления пыли и попадание большего количества воздуха в забой способствуют уменьшению снижения пыли, а самое главное снижение уровня содержания метана.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Брушлинский, Н. Н. Пожарные риски: Основные понятия / Н. Н. Брушлинский, О. В. Иванова, Е. А. Клепко, С. В. Соколов, С. Ю. Попков. – М.: Академия МЧС России, 2016. – 66 с.

2. РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов / Руководящий документ от 10 июля 2001 г. № 03-418-01.

3. Руководство по безопасности «Методические рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на угольных шахтах».

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЦЕН НА УГОЛЬ

Коломеец А.С., аспирант, Скаженик В.Б., к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Современные тенденции в использовании энергетических ресурсов предполагают уменьшение доли угля в мировом энергобалансе с целью снижения выбросов парниковых газов. Это обстоятельство предопределяет тренд на уменьшение цены энергетического угля в долгосрочной перспективе. Однако увеличение спроса на энергетические ресурсы в условиях ограниченных возможностей использования возобновляемых источников энергии может приводить к резкому росту цен на уголь в краткосрочной перспективе. Так, энергетический кризис в Европе в текущем году привел к росту цены на уголь более чем на 200 процентов. Высокая волатильность цен на угольную продукцию затрудняет принятие обоснованных решений по целесообразности отработки запасов угольных шахт. Целесообразность отработки запасов должна определяться исходя из сопоставления извлекаемой ценности и затрат на добычу и обогащение полезного ископаемого. Занижение прогнозных цен может привести к ошибочным решениям относительно исключения из разработки тех или иных участков шахтного поля или же к необоснованным решениям по закрытию шахт. Особенность угольных шахт как инерционных объектов усложняет поиск наиболее рациональных решений. Проектные решения по развитию горных работ на шахтах предполагают относительную стабильность цен на продукцию и, соответственно, фиксированные контура промышленных запасов. Однако функционирование многих шахт Донбасса на грани закрытия из-за их убыточности обуславливают необходимость гибкой корректировки решений относительно включаемых в разработку запасов.

В этой связи необходим инструментарий для обоснования решений по целесообразности отработки запасов угольных шахт на основе компьютерного моделирования рассматриваемых объектов, а также на основе оценки прогнозных значений извлекаемой ценности и предстоящих затрат.

Цель данной работы заключается в анализе изменчивости цен на угольную продукцию и построении компьютерных моделей принятия решений по включению запасов в разработку в изменяющихся условиях.

В современных условиях механизм ценообразования на рынке энергетического угля напрямую зависит от двух фундаментальных факторов - спроса и предложения.

Сформировавшийся летом 2018 года тренд на снижение цены угля сохранился вплоть до 2 квартала 2020 года [1]. Эту тенденцию усилила эпидемиологическая ситуация с Covid-19. Начиная с 3 квартала 2020 года, мировая экономика восстанавливалась, на энергетическом рынке увеличивался спрос на уголь, что отражено на рис. 1 [2].

Снижение спроса на энергетический уголь до середины 2020 года в большой степени объяснялось политикой перехода на возобновляемые источники энергии.

В 2020 году самое большое падение спроса наблюдалось в Великобритании (-81%), Турции (-40%), Франции (-28%), Индии и Китае (-11%) [3]. В течение этого периода на снижение цены на уголь повлияли также прирост запасов и спад производства в странах Азии и Европы. Определенное влияние на цену угля сыграло резкое снижение цен (около 60%) на сжиженный природный газ в азиатских странах.

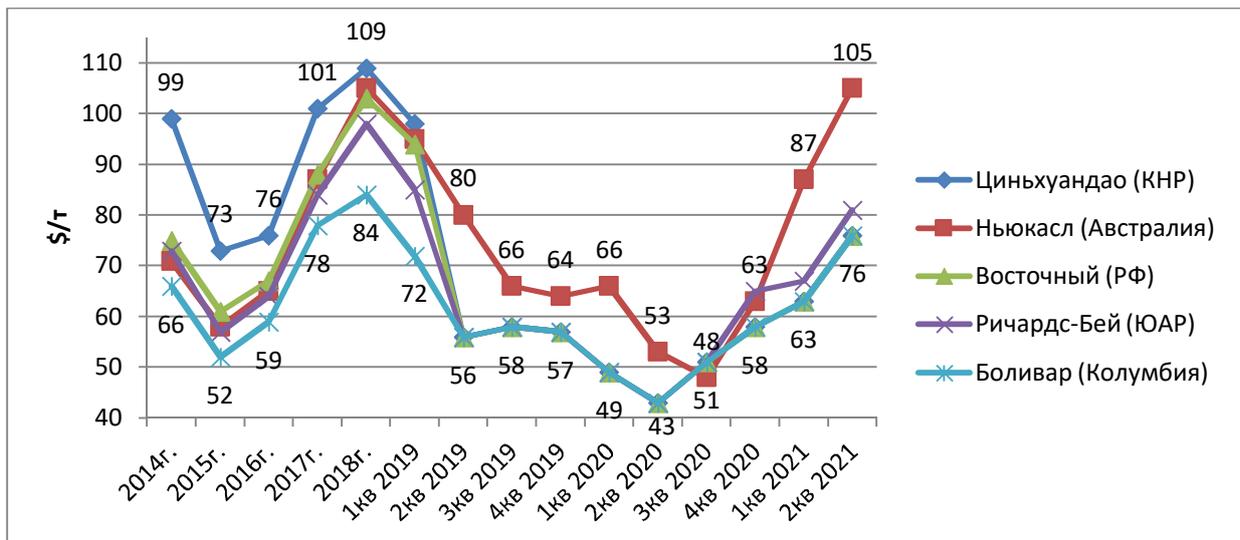


Рисунок 1 – Динамика цен энергетического угля в ключевых портах мира (построено на основе [2])

Таким образом, актуальность работы обосновывается значительной изменчивостью внешних условий функционирования угольных шахт, а именно, нестабильностью цен и спроса на уголь. Для принятия обоснованных решений необходимо создание компьютерных моделей угольных шахт, отражающих конфигурацию запасов полезного ископаемого, существующую сеть горных выработок, возможные варианты развития горных работ, предполагающее

С целью создания компьютерной системы, обеспечивающей обоснование вариантов рационального извлечения запасов угольных шахт в условиях изменчивости цен на полезное ископаемое, на примере одной из шахт Донбасса построена компьютерная модель (рис. 2).

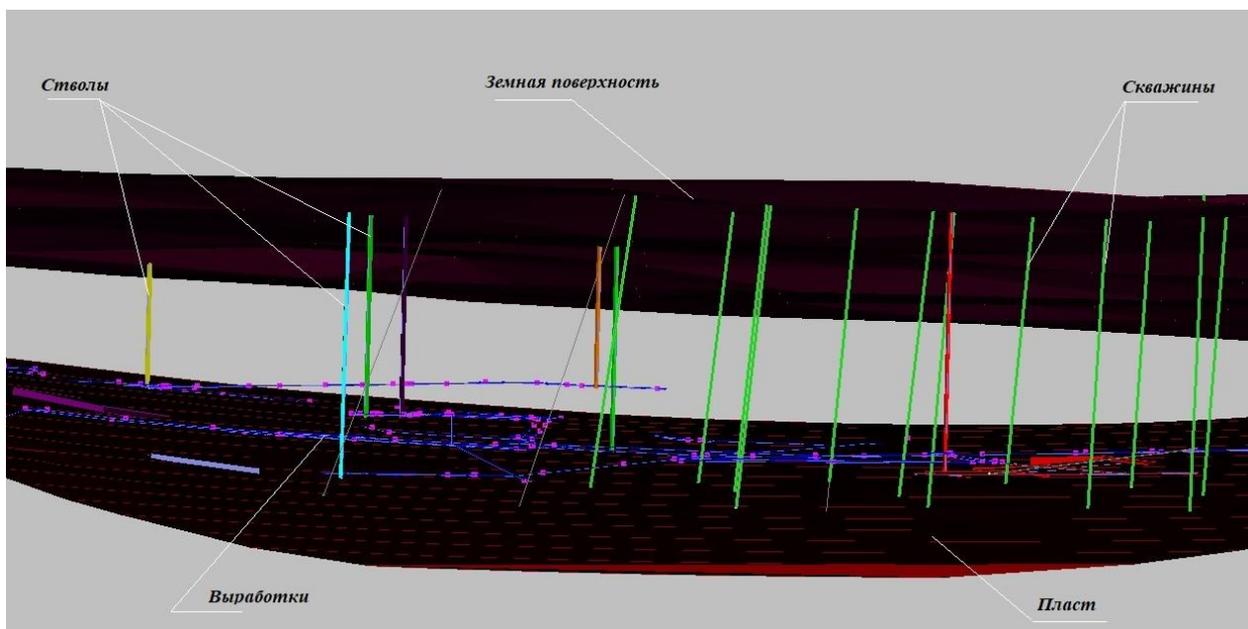


Рисунок 2 – Компьютерная модель шахты

Для построения модели использовался программный комплекс «Шахта 3D» [4]. В модели отражены следующие объекты: земная поверхность, угольные пласты, сеть горных выработок, добычные забои, сеть разведочных скважин.

Для построения пространственной модели сети разведочных скважин использовалась инклинометрия скважин. В программу импортировались результаты разведки месторождения в виде таблиц координат трасс (устьев скважин, мест пересечения с пластом) и опробования по скважинам. Данные по опробованию пласта соответствуют структурным колонкам, представленным на плане горных работ.

Построенная модель дает возможность оперативно оценить запасы в области влияния каждой скважины и визуализировать область целесообразной отработки при различных вариантах прогнозных цен. Дальнейшие исследования будут направлены на: исследование степени влияния факторов внешней среды на целесообразность включения запасов в разработку, определение условий изменения технологических вариантов разработки при изменении ценности запасов, формирование имитационных моделей для обоснования принимаемых решений.

Практическое значение предполагаемых результатов работы заключается в создании и внедрении на угольных шахтах компьютерных моделей для оперативного обоснования целесообразности отработки запасов угля в условиях изменчивости внешних факторов.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Динамика и прогноз мировых цен на уголь // National Coal Corporation, Россия. – URL: <https://ncoal.ru/posts/dinamika-prognoz-mirovyh-cen-ugol>. – (дата обращения – 15.11.2021)
2. Рынок угля (Аналитический обзор) // ОАО Уральская горно-металлургическая компания. – URL: [https://ugmk.com/upload/medialibrary/ef6/Obzor-rynka-uglya\\_1-plg-2021.pdf](https://ugmk.com/upload/medialibrary/ef6/Obzor-rynka-uglya_1-plg-2021.pdf) – (дата обращения – 15.11.2021)
3. Мировой рынок угля в 2020 // National Coal Corporation, Россия. – URL: <https://ncoal.ru/posts/mirovoj-rynok-uglya-v-2020-godu>. – (дата обращения – 15.11.2021)
4. Скаженик, В. Б. Проектирование горнотехнических систем на основе компьютерного моделирования // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование (ИУСМКМ – 2017): Сборник материалов VIII Международной научно-технической конференции, 25 мая 2017, г. Донецк: / Донецк. Национал. техн. ун-т. – Донецк: ДонНТУ, 2017 – С. 198-202.

## ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Колотушкин Р.Р., Волкова Е.И., к.х.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Фундаментальные и прикладные исследования в области нанотехнологий привели к появлению особого класса материалов, обладающих уникальными свойствами – наноматериалов, нашедших применение более чем в 400 потребительских продуктах, связанных с деталями автомобилей, косметикой, лекарствами, электроникой, одеждой.

В современном обществе наноматериалы используют для изготовления покрытий, обладающих улучшенными защитными и светопоглощающими характеристиками. Полимерные покрытия с наночастицами силиката алюминия сложнее поцарапать или деформировать. Эта технология также используется при производстве стекол для автомобилей. Лекарственные препараты с наночастицами легко преодолевают клеточный барьер, быстрее проникают в очаг поражения и вызывают меньше побочных эффектов. Исследование нанолекарств еще не завершено, но проведенные опыты показали их высокую эффективность в борьбе с онкологией. В состав многих солнцезащитных кремов входят наночастицы оксида титана и оксида цинка. Они ускоряют впитывание средства и позволяют избежать белых следов на коже. Ткани, покрытые тонким слоем наночастиц оксида цинка, позволяют изготавливать камуфляжи, невидимые в широком диапазоне частот – от радио- до ультрафиолетовых волн. Также разработан материал с наночастицами в виде крошечных волосков, отталкивающих влагу. Внедрен и используется способ обработки тканей для изготовления спецодежды с повышенными водо- и грязеотталкивающими свойствами. Добавки оксида церия с размерами частиц в нанодиапазоне позволяют повысить КПД дизельных двигателей. В пластических фильтрах используются хорошо известные диоксид кремния и сажа. В медицинской диагностике в качестве биомаркеров применяют флуоресцентные квантовые точки. В пищевой промышленности уже используются упаковочные материалы, продлевающих срок хранения продуктов питания.

Однако, наряду с огромными преимуществами в присущих наноматериалам свойствах по сравнению с традиционными материалами, остается невыясненным вопрос о воздействии нанотехнологий на экосистемы. Проникновение наночастиц в биосферу чревато многими последствиями, прогнозировать которые пока не представляется возможным из-за недостатка информации. Как известно, абсорбирующие свойства наночастиц достаточно высоки. Следовательно, возникает опасность распространения в окружающей среде наночастиц, внутрь которых могут попасть органические загрязнители.

Наночастицы могут представлять опасность для здоровья человека, и в полной мере оценить степень угрозы пока не представляется возможным. Также неизвестен уровень опасности и для окружающей среды.

Задача определения уровня экологической опасности практического применения наноматериалов является достаточно трудоемкой. Но, прежде чем начать практическое применение наноматериалов, следует определить степень их экологической опасности. На сегодняшний день уже сформулированы пять основных задач, решение которых позволит повысить безопасность нанотехнологий. По мнению специалистов следует разработать:

1. Ориентированные на определение возможного риска, связанного с наночастицами, программы систематических исследований;
2. Надежные методы обнаружения наночастиц в воздухе и воде;
3. Методы определения токсичности наноматериалов;
4. Математические и физические модели возможного воздействия наноматериалов на окружающую среду и здоровье человека;

## 5. Методы оценки воздействия наночастиц на окружающую среду и здоровье.

При благоприятных условиях поставленные задачи вполне могут быть решены в течение ближайших 15 лет.

Оценка экологической опасности поступающих в окружающую среду наночастиц, наноматериалов и наносубстанций, используемых в производстве, должна проводиться с применением принципов и экспериментальных методов экотоксикологии, методологии анализа рисков для здоровья населения, физико-химических методов исследования и методов моделирования. При этом анализ собранного материала должен осуществляться по схеме: опасность наночастиц → опасность наноматериалов → опасность нанотехнологий.

Кроме того, исследования воздействия наночастиц должны проводиться с обязательным параллельным изучением их физико-химических параметров: состава, площади поверхности, размеров, формы, объемного распределения, характера распада, электростатических свойств поверхности и др. При этом должны быть предложены адекватные физические модели, пригодные для исследования поведения углеродных и металлосодержащих наночастиц и наноматериалов в биообъектах и объектах окружающей среды.

Для установления экспозиционных нагрузок на персонал производств и население необходимо провести точное моделирование процессов накопления наночастиц в воздухе, почве и сточных водах.

Наночастицы способны проникать в организм человека и животных через кожу, респираторную систему и желудочно-кишечный тракт. Сейчас уже не подлежит сомнению, что некоторые нанообъекты могут оказывать токсичное действие на клетки различных тканей.

Проведение анализа риска для здоровья является необходимым условием для предупреждения негативных последствий для здоровья и жизни человека. Этот аналитический процесс состоит из трех компонентов: оценки риска, управления риском и распространения информации о риске. Одновременно это процесс сбора, анализа и сравнения прогнозируемых параметров состояния здоровья отдельного лица с параметрами стандартной возрастной группы.

Важнейшим объектом внимания при оценке риска для здоровья, связанного с наноматериалами, является использование нанотехнологий при производстве электронной техники, строительных материалов, пищевых продуктов, биологически активных добавок к пище, упаковки пищевых продуктов как при непосредственном их использовании или употреблении, так и при воздействии поступления наночастиц и наноматериалов в окружающую среду в процессе их производства. Одним из таких рисков является появление воздушных взвесей наночастиц как побочного продукта производства. В большинстве своем они токсичны для человека и могут вызывать ряд заболеваний.

Эпидемиологические исследования предоставили информацию о побочных для здоровья эффектах, особенно воздушных загрязнений, указывая на то, что наночастицы являются важными средовыми факторами риска для сердечно-сосудистой смертности. Наночастицами могут провоцироваться легочные и системные воспаления, которые, в свою очередь, ускоряют атеросклероз и меняют сердечную автономную функцию.

Анализ жизненного цикла производимых наноматериалов и наносубстанций, используемых в производстве, заключается в прослеживании стадий и технологий, определяющих полный жизненный цикл наноматериала (нанотехнологии) от добычи сырья и технологических процессов получения наноматериала до окончательной утилизации использованного продукта и отходов производств с количественной оценкой экологической нагрузки на каждой стадии.

В общем случае промышленная продукция проходит определенные стадии: добыча сырья, создание, эксплуатация продукции, утилизация (захоронение) отходов. Исследование каждого производственного этапа предоставит информацию о каналах, по

которым происходит обмен потоками вещества и энергии в процессе создания, эксплуатации и утилизации (захоронения) продукции, и позволит оценить их значимость по силе воздействия на окружающую среду.

Описанная модель жизненного цикла продукции от получения первичного сырья и энергии до выпуска продукции с учетом воздействий на окружающую среду представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Жизненный цикл продукции

В зависимости от объектов анализа экологическая оценка полного жизненного цикла направлена на:

- анализ производства (предприятия);
- анализ производственных процессов и продуктов;
- сравнительный анализ различных продуктов потребления.

Оценка жизненного цикла как метод оценки экологических свойств и качеств продукции и потенциальных воздействий ее на окружающую среду включает в себя:

- определение целей и содержания оценки жизненного цикла;
- инвентаризационный анализ, т.е. формирование перечня входных и выходных материальных и энергетических потоков на стадиях жизненного цикла продукции, проведение необходимых расчетов на основе балансовых методов в рамках данного анализа;
- оценку потенциальных воздействий на окружающую среду, связанных с входными и выходными потоками вещества и энергии на всех стадиях жизненного цикла;
- интерпретацию результатов анализа воздействий для достижения целей оценки жизненного цикла.

Оценка жизненного цикла – это сравнительно новый и весьма перспективный подход в установлении связей и определении воздействий на окружающую среду, связанных с техногенными процессами. Однако методология и научный подход к оценке воздействий на стадиях жизненного цикла пока только разрабатываются. Модели для различных категорий воздействий находятся на различных стадиях готовности. В

основном этот процесс включает объединение данных инвентаризационного анализа с удельными потенциальными воздействиями на окружающую среду и пониманием роли таких воздействий. Сейчас нет общепризнанной методологии для обеспечения соответствия и точности соотнесения данных инвентаризационного анализа с потенциальными воздействиями на окружающую среду.

Таким образом, магистральным направлением обеспечения экологической безопасности нанотехнологий и производимых наноматериалов будет переход на систему жёсткого контроля нанопродуктов на различных стадиях жизненного цикла: от различных стадий производства и использования до их полной утилизации (рециркуляции) с сопоставлением выявленных рисков на стадиях жизненного цикла с ранее установленными уровнями приемлемого риска.

Действующее законодательство не позволяет контролировать наноматериалы, количество разновидностей которых растёт с каждым годом. Требуется разработать нормативную базу, в которой будут учтены все важные особенности нанотехнологий: химические и физические свойства, уровень токсичности для человека и природной среды.

В регламент по изучению влияния нанотехнологий на экологическую ситуацию нужно включить такие пункты как:

- разработка методов обнаружения и количественного измерения наноразмерных частиц в окружающей среде;
- изучение изменения свойств наночастиц под действием различных факторов;
- выяснение времени естественного очищения природной среды от наноразмерных частиц.

Общие регулирующие системы в области производства инновационных продуктов нужно адаптировать для применения к наноматериалам и использовать до разработки специальных регламентов.

Решение поставленных вопросов и задач позволит в конечном счете преодолеть экологические ограничения, которые неизбежно возникнут в будущем в результате перехода от лабораторного производства к опытному, а затем к массовому промышленному производству и использованию наноматериалов.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Методические рекомендации по обработке и анализу данных, необходимых для принятия решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения: утв. руководителем департамента Госсанэпиднадзора Минздрава России от 27.02.01 г. № 11-3/61-09. – М. : Министерство здравоохранения РФ, 2001.

2. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. СП 2.1.7.1386-03. – М. : Министерство здравоохранения РФ, 2003.

3. Сергеев, Г. Б. Нанохимия: учеб. пособие / Г. Б. Сергеев. – М. : КДУ, 2006. – 336 с. – ISBN 5-98227-185-3.

4. Ткачёв, А. Г. Каталитический синтез углеродных нанотрубок из газофазных продуктов пиролиза углеводородов / А. Г. Ткачев, С. В. Мищенко, В. И. Коновалов // Российские нанотехнологии. – Т. 2. – 2007. – № 7 – 8. – С. 100 – 108.

5. Трифонова, Т. А. Экологический менеджмент : учеб. пособие / Т. А. Трифонова, Н. В. Селиванова, М. Е. Ильина. – М. : Академический Проект; Фонд «Мир», 2003. – 320 с. – ISBN 5-8291-0361-3.

6. Сидоров, Л. Н. Фуллерены : учеб. пособие / Л. Н. Сидоров [и др.]. – М. : Экзамен, 2005. – 688 с. – ISBN 5-472-00294-X.

7. Экологическая геохимия: слов.-справ. / авт.-сост. : Т. А. Трифонова, Л. А. Ширкин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2005. – 140 с.

# **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОАГУЛЯНТОВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В ПРОЦЕССАХ ВОДОПОДГОТОВКИ**

**Комарницкая И.А.**

**Учреждение дополнительного образования «Донецкая Республиканская  
Малая Академия Наук учащейся молодежи»**

**Берестовая А.А., ст. преподаватель**

**ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»**

Коагулянты широко используют в технологии водоочистки для ее осветления, обесцвечивания воды. До недавнего времени их использовали преимущественно в практике подготовки воды природных источников перед подачей в водопроводные сети, а в последнее время все шире применяют и для очистки сточной воды (СВ) как бытовой, так и промышленных предприятий [1–4].

В целях совершенствования метода дестабилизации устойчивых водных суспензий и эмульсий электролитами, способными к гидролизу, изучаются факторы влияния на происходящие процессы на грани разделения фаз. Это способствует углублению представлений о механизме взаимодействия компонентов таких коллоидных систем. Растет количество работ, направленных на расширение сырьевой базы и повышение эффективности коагулянтов, которые получают из разных отходов промышленности и природных минералов. В научно-технической литературе (на разных этапах развития теории и практики метода коагуляции) рассматриваются свойства коагулянтов, способы их получение, механизм структуризации коагулятов, влияние гидравлических условий на формирование коагулирующих агрегатов, но все перечисленное преимущественно изучается в отношении одного из коагулянтов (например, солей алюминия или железа) [1].

Целью работы является изучение процесса осветления воды питьевого назначения методом коагуляции с помощью разных коагулянтов для их сравнительной характеристики.

Как известно, коагулянты применяют для снижения агрегатной и седиментационной стойкости загрязняющих воду ионогенными, коллоидными и высокодисперсными примесями. Так, к воде добавляют электролиты, способные к гидролизу и образованию нерастворимых гидроксидов. Как результат, образованные аквакомплексы, полимеризуясь, взаимодействуют с разноименно заряженными примесями разной степени дисперсности [4]. Сепарация из воды коагулятов обеспечивается их седиментацией, иногда для разделения жесткой и жидкой фаз применяют методы флотации или фильтрации. Представление о механизме образования ассоциатов важно при расчете технологических параметров процесса коагуляции, поскольку необходимо для создания и регулирования гидродинамических условий в сооружениях, предусмотренных проектом для обеспечения эффективного образования коагуляционных структур.

Водные объекты бассейна реки Северский Донец являются основными источниками водоснабжения Донецкого региона. В результате сброса загрязненных сточных вод, например, больших объемов откачиваемых шахтных вод (145-148 млн м<sup>3</sup> в год), ухудшается экологическое состояние водных объектов. В большинстве случаев, недостаточно очищенные сточные воды, попадают в источники централизованного водоснабжения.

Проведен анализ качества воды в канале Северский Донец-Донбасс по двум показателям: индексу загрязнения воды и индексу качества воды. С 2007 г. по 2012 г. наблюдался рост индекса загрязнения воды. Это вызвано увеличением содержания в воде азота аммонийного, нитритов, нитратов, нефтепродуктов, фенолов и других загрязняющих веществ. Индекс изменения качества воды с 2007 г. по 2011 г снижался, а с 2012 г по 2015 г. наблюдалась тенденция его увеличения. Так, например, в 2015 г. его

прирост составил 17%. По состоянию на 2018 г. индекс качества воды, учитывающий ее солевой состав, содержание соединений железа, меди, цинка, хрома, марганца, а также нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, по сравнению с 2012 г. снизился на 21 %. Вероятно, это связано с уменьшением количества сбрасываемых возвратных вод промышленных предприятий.

К основным загрязняющим веществам, содержащимся в воде поверхностных водоемов Донецкого региона, и представляющим опасность для окружающей среды, относятся соединения алюминия, содержание которых в водоемах культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения больше ПДК в 3-30 раз, а также соединения железа, превышение нормативных значений которых увеличено в 4 - 50 раз

Приведены основные сведения по коагулянтам, которые широко используются в процессе водоподготовки: сульфату алюминия, гидроксихлоридам алюминия, оксихлоридам алюминия (аналогам поликоксихлорида алюминия), сульфату железа, хлориду железа (III), сульфату железа (II), сульфату железа (III), хлорированному железному купоросу и др. При этом определены преимущества их применения в процессах водоподготовки и недостатки. Проведенный анализ позволил установить, что из коагулянтов самое широкое применение на водоподготовительных станциях Донецкого региона получил сульфат алюминия ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ ).

Результаты анализа опыта работы водоочистных станций, показывают, что для большинства из них основной проблемой и главной технологической задачей являются совершенствование и оптимизация режима реагентной обработки очищаемой воды с применением коагулянтов. В связи с этим возникает необходимость исследования свойств различных коагулянтов, оказывающих влияние на эффективность процесса очистки воды методом коагуляции.

Для исследования были выбраны три коагулянта: сернокислый алюминий (водный раствор с концентрацией 7,2% по активному веществу), поликоксихлорид алюминия в сухом виде, хорошо растворимый в воде с содержанием основного вещества  $\text{Al}_2\text{O}_3$  30% фирмы «АкваАУРАТ», РАХ-XL100, концентрированный раствор на основе ПОХА, 17% по  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Для оценки возможности применения исследуемых коагулянтов различных марок на предприятиях водоподготовки сравнивали влияние дозы коагулянта и pH на эффективность и глубину очистки воды. Эксперимент проводили при температуре исследуемой воды 15 °С.

Из полученных данных следует, что процесс очистки с использованием сульфата алюминия требует очень значительного подщелачивания воды, с возрастанием дозы щелочного реагента. При соблюдении оптимального pH эффективность очистки по цветности высокая 90-99 %.

Буферной емкости воды не хватает для удовлетворительного протекания процесса коагуляции, pH при добавлении коагулянта падает ниже 5 ед. pH во всех опытах, гидроксид алюминия при гидролизе не образуется и алюминий находится в основном в виде растворимых комплексов. Хлопья во всех опытах при Дк до 50 мг/дм<sup>3</sup> образовывались микроскопические, практически не осаждающиеся. Начиная с Дк 50 мг/дм<sup>3</sup> хлопья среднего размера, также плохоосаждаемые. Графики влияния дозировки коагулянта на pH и содержание взвешенных веществ представлен на рисунках 1 и 2.

Коагулянт ПОХА торговой марки Аквааурат уже при Дк=20 мг/дм<sup>3</sup> дает крупные, быстро осаждаемые хлопья. Применение данного коагулянта не требовало подщелачивания воды при Дк от 10 до 100 мг/дм<sup>3</sup>. Эффективность обесцвечивания удовлетворяет требованиям уже при дозировке 30 мг/дм<sup>3</sup>.

Коагулянт РАХ-XL100, поставляемый в виде раствора, не оправдал ожиданий, использовать его для очистки нецелесообразно ввиду низкой эффективности и больших дозировок реагента. Крупные осаждаемые хлопья практически не образуются, причем Дк свыше 40 мг/дм<sup>3</sup> требуют значительного подщелачивания, как и сульфат алюминия.

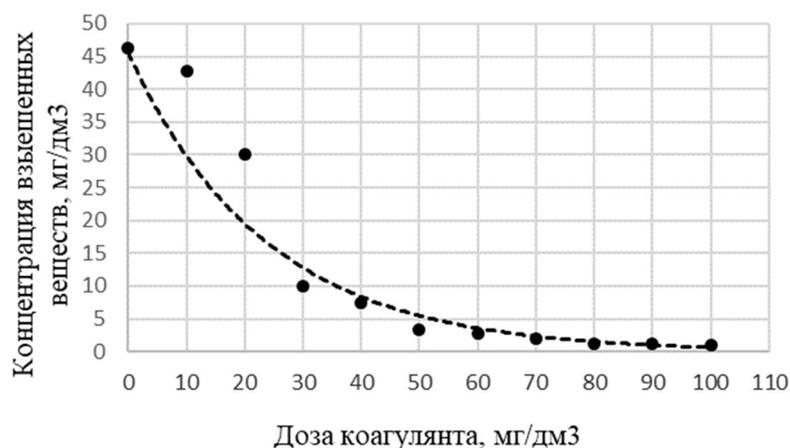


Рисунок 1 – Влияние дозировки коагулянта сульфата алюминия на содержание взвешенных веществ в осветленной воде



Рисунок 2 – Влияние дозировки коагулянта сульфата алюминия на pH в осветленной воде

Таким образом, анализ данных эксперимента по оценке влияния дозы коагулянта и pH показывает, что наиболее эффективными оказались по снижению цветности сульфат алюминия и ПОХА, однако сульфат алюминия требует больших доз щелочного реагента и высокий остаточный алюминий указывает на недостаточную полноту протекания коагуляции.

С применением ПОХА pH не снижается ниже 5 единиц, не требует щелочных реагентов. Концентрация взвешенных веществ уже при  $D_k=20$  мг/дм<sup>3</sup> достигает 46,8 мг/дм<sup>3</sup>, за 30 минут осаждается до 20 мг/дм<sup>3</sup>; при  $D_k=40$  мг/дм<sup>3</sup>  $C_{вв}=80$  мг/дм<sup>3</sup> и осаждение их через 30 минут до 10 мг/дм<sup>3</sup> свидетельствует о хорошей скорости осаждения.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Гомеля, Н. Д. Получение и оценка эффективности новых алюминиевых коагулянтов в процессах обесцвечивания воды / Н.Д. Гомеля, Т. Н. Красильников, П. А.Яцюк // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – № 3. – С. 51–55.
2. Gao, В.-Y. Color removal from dye-containing wastewater by magnesium chloride / Qin-Yan Yue, Yan Wang, Wei-Zhi Zhou // Journal of Environmental Management. – 2007. – Vol. 82. – P. 167–172.
3. Akdolit® – Hochwertige Produkte für die Aufbereitung von Trink-, Schwimmbad- und Prozesswasser [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.akdolit.com/de>. – Title from the screen.
4. Гандурина, Л. В. Очистка концентрированных сточных вод с применением коагулянтов и флокулянтов / Л. В. Гандурина, О. А. Пислегина // Вода, технология и экология. – 2007. – № 2. – С. 39–42.

## **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Коренев Н. А., студент**

**ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»**

Под рациональным природопользованием понимают использование природных ресурсов в объемах и способами, которые обеспечивают устойчивое экономическое развитие, гармонизацию взаимодействия общества и природной среды, рационализацию использования природно-ресурсного потенциала, экономические механизмы экологобезопасного природопользования. Задача обеспечения гармонии между хозяйственной деятельностью человека и природной средой должна решаться совместными усилиями государства и общества. Достичь данной гармонии значительно труднее в промышленно развитых районах, так как необходимы постоянный контроль и развитие научно-технологического комплекса. В приоритетных направлениях экономического развития Донецкой Народной Республики присутствует формирование мощного научно-технологического комплекса, обеспечивающего достижение и прорыв в научных исследованиях и технологиях по приоритетным направлениям развития, так как в условиях рыночной экономики обеспечение рационального природопользования является одной из важнейших государственных задач.

В Донецком регионе особое воздействие на окружающую среду оказывает горнодобывающая промышленность (добыча и переработка угля). В значительной мере это определено тем, что энергообеспечение промышленности зависит от объёмов добытого угля. Предприятия угольной промышленности оказывают существенное негативное воздействие на все компоненты окружающей природной среды, вызывая нежелательные их изменения. Это воздействие проявляется в деградации природного ландшафта, загрязнении водных источников, атмосферного воздуха и почв твёрдыми, жидкими и пылегазообразными отходами производства в количествах, часто во много раз превышающих предельно допустимые концентрации, что нарушает сложившуюся сбалансированность природной среды.

Негативное воздействие горного производства на окружающую среду разделяется на геомеханические, гидрологические, химические, физико-механические и термические изменения.

При геомеханическом влиянии происходят изменения рельефа местности, геологической структуры массива горных пород, почвы и строительного полотна; механические повреждения почвы, ликвидация почвы и создание беспочвенных местностей; повреждения строительных объектов и инженерных сооружений.

В результате гидрологического воздействия происходят изменения положения и движения уровня подземных вод и гидрографической сети; ухудшение качества вод мелкозалегающих водоносных горизонтов, геологоинженерных условий строительного полотна, водного режима почвенного слоя; уменьшение ресурсов подземных вод; увеличение суффозии и механического уплотнения грунтов; изменения морфодинамического режима рек; создание пойм.

Химическое воздействие приводит к изменению состава и свойств атмосферного воздуха, вод и почвы.

Физико-механическое влияние изменяет состав и свойства атмосферного воздуха, вод и почвы, а также изменяет русла и водотоки.

При термическом воздействии происходят изменения качества атмосферного воздуха и водного бассейна.

Для предотвращения деградации биосферы под воздействием производства и общества необходимо проводить зелёную экономику. Это экономика, в которой обеспечивается социальное благополучие и справедливость, но при этом риски для

окружающей среды и экологический дефицит минимизированы. Такая экономика является максимально инклюзивной с эффективным использованием ресурсов и минимальным использованием углеводородов. В зеленой экономике рост занятости и доходов должен обеспечиваться за счет инвестиций, ориентированных на снижение эмиссии CO<sub>2</sub>, увеличение ресурсной и энергоэффективности и предотвращение дальнейшего снижения биоразнообразия и экосистемных услуг.

Согласно исследованию, проведённому Всемирным Банком, выделяются следующие категории инициатив и проектов:

- адаптация (сохранение биоразнообразия, адаптация биологических систем);
- снижение уровня, менеджмент и захоронение CO<sub>2</sub>;
- энергоэффективность (когенерация, т.е. получение двух видов энергии из одного источника, интеллектуальные энергосети);
- природоохранная деятельность (контроль, предупреждение и устранение загрязнений);
- экологически ответственное строительство;
- экологичные материалы и товары;
- возобновляемые источники энергии (солнечная, ветровая и гидроэнергия) ;
- устойчивое землепользование (экологически ответственное сельское хозяйство, лесопользование);
- транспорт (наземные транспортные метросистемы, метро, электротранспорт, гибридные автомобили);
- управление отходами (переработка и менеджмент отходов);
- водные ресурсы (эффективное водопользование, очистка сточных вод);

Проведение зелёной экономики не может полностью обеспечить гармонизацию взаимодействия общества и природной среды. Совершенствование культурных регуляторов позволяет противостоять росту разрушительной силы новых технологий. Необходимо развитие экологического сознания и экологической культуры в нашей республике.

Экологическое сознание в самом широком смысле этого слова представляет собой сферу общественного и индивидуального сознания, связанного с отражением природы как части бытия. Формирование специфического восприятия мира природы и своеобразного отношения к этому миру способствует с течением времени (это характерно как для общества в целом, так и для отдельного индивида) развитию экологического сознания. В свою очередь, сформировавшееся экологическое сознание оказывает существенное влияние как на своеобразие восприятия природных объектов и явлений, так и на специфику отношения к ним.

Понятие экологической культуры широкое. С одной стороны, оно представляет собой часть общей культуры как общества в целом, так и каждого отдельного человека, так как в той или иной мере присуща каждому. Экологическая культура субстанционально представляет собой единство как непосредственной деятельности людей по передаче накопленного опыта, знаний, умений и навыков в сфере взаимоотношений человека и окружающей среды, так и результатов этой деятельности, закрепленных в ценностях, нормах, традициях и институтах. В содержании экологических отношений выделяют два структурных элемента: социально-экологические отношения, которые складываются между людьми в искусственной среде их обитания и косвенно воздействуют на естественную среду обитания людей; реально-практические отношения, которые включают, во-первых, отношения человека непосредственно к естественной среде обитания, во-вторых, отношения в материально-производственных сферах человеческой жизнедеятельности, связанных с процессом присвоения человеком природных сил, энергии и вещества и, в-третьих, отношения человека к естественным условиям своего существования как общественного существа. Человек является наиболее активным и

изменчивым элементом системы «человек и природа», и его уровень развития определяет состояние всей системы. Осознание этой зависимости определяет и ответственность человека перед природой.

Таким образом, эколого-экономические и социальные аспекты рационального природопользования связаны между собой, определяют связь человека с окружающей его средой.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бабенко, М. В. Зеленая экономика определения и понятия / М. В. Бабенко, С. И. Бик, А. И. Постнова. – Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. - 36 с.

2. Афанасьева, И. М. Устойчивое развитие человечества. Часть 1.: монография / И. М. Афанасьева, А. В. Иванов, Е. Н. Петрова. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2011. - 151 с.

3. Поляков, В. В. Эколого-экономический анализ воздействия предприятий угольной отрасли на окружающую среду / В. В. Поляков, В. И. Ефимов, Т. В. Корчагина. – Москва: МГУ, 2006. - 172 с.

4. О приоритетных направлениях экономического развития ДНР [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Донецкой Народной Республики. URL: [https://mer.govdnr.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4848:o-prioritetnykh-napravleniyakh-ekonomicheskogo-razvitiya-dnr&catid=40&Itemid=665](https://mer.govdnr.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=4848:o-prioritetnykh-napravleniyakh-ekonomicheskogo-razvitiya-dnr&catid=40&Itemid=665) (дата обращения: 12.11.21).

# ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Кудокоцев Н.С., доцент

ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

Система государственного мониторинга окружающей среды имеет сложную иерархическую структуру, состоящую из импактного, локального, регионального и государственного уровней.

Государственный мониторинг окружающей среды Донецкой Народной Республики (ДНР) должен состоять из следующих подсистем:

- атмосферного воздуха;
- поверхностных вод;
- земель;
- радиационной обстановки;
- геологической среды и подземных вод;
- объектов животного и растительного мира;
- водных биологических ресурсов;
- морских вод;
- охотничьих ресурсов и среды их обитания;
- в сфере обращения с отходами;
- техногенно-опасных предприятий, объектов и территорий.

Предполагаемая схема единой системы мониторинга окружающей среды ДНР представлена на рис. 1.

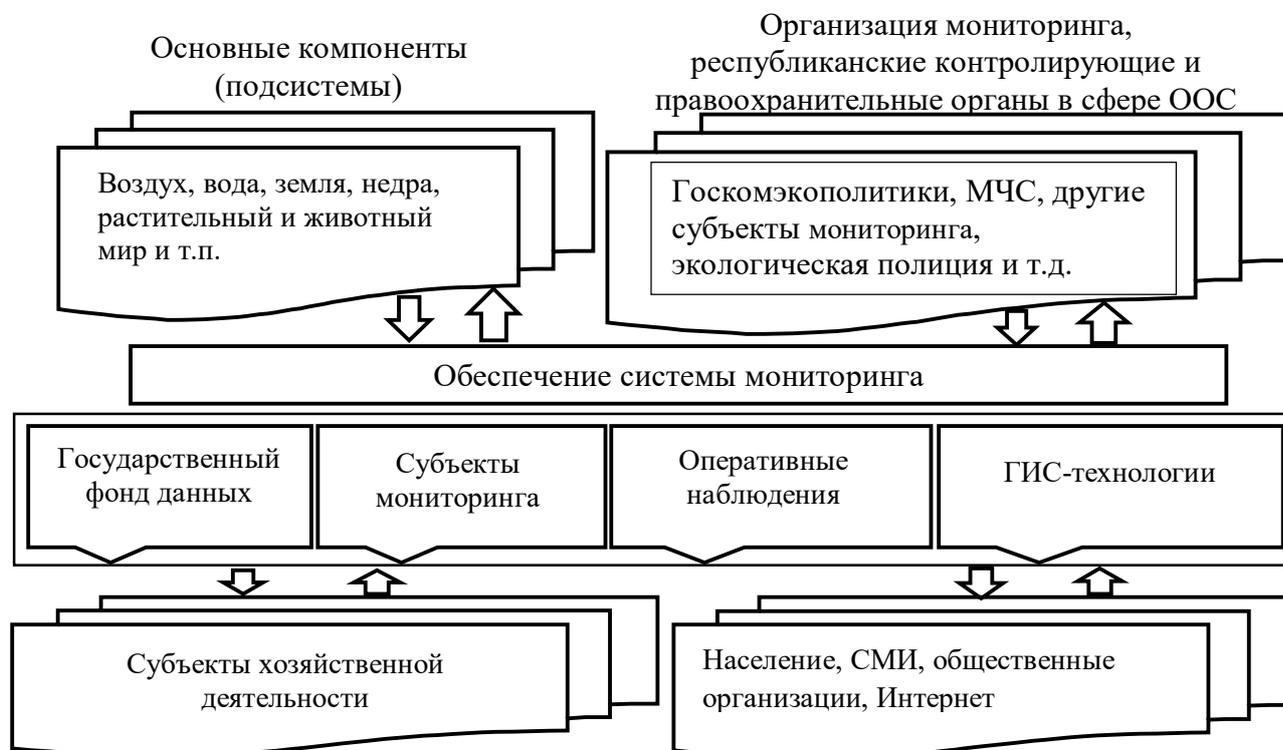


Рисунок 1 - Предполагаемая схема системы мониторинга окружающей среды ДНР

Для организации экологического мониторинга необходимо разработать Концепцию его создания. В ней должны учитываться определенные приоритеты. По территориям

высший приоритет должен быть отдан городам, зонам питьевой воды и местам нерестилищ рыб; по средам — атмосферному воздуху и воде пресноводных водоемов; по ингредиентам воздуха — пыли, диоксиду серы и продуктам ее превращений (серной кислоте и сульфатам), сероводороду, оксиду углерода и оксидам азота  $\text{NO}_x$ , аммиаку, фенолам, формальдегиду, тяжелым металлам (ртути, свинцу, кадмию), канцерогенным веществам, хлорорганическим пестицидам и т.д.; по источникам загрязнений в городах — автотранспорту, ТЭС, предприятиям черной металлургии, угольным предприятиям и т.д.

Основные проблемы организации мониторинга могут быть связаны с решением трех главных задач:

1. Создание сети пунктов наблюдения;
2. Возможность оперативного контроля объектов;
3. Выбор контролируемых параметров и показателей состояния объектов и аналитических параметров, необходимых в достаточных количествах для адекватного описания состояния экосистемы.

Концепция создания комплексной системы мониторинга окружающей среды в ДНР в целом в настоящее время практически не может быть реализована, так как существующая система фактически состоит из отдельных подсистем мониторинга качества объектов природной среды (вода, воздух, почва), которые слабо методологически связаны между собой. Поэтому на первой стадии следует создавать системы мониторинга отдельных сред с последующей их методологической и метрологической увязкой. Вместе с тем, интегрирование систем мониторинга количественных и качественных показателей отдельных сред (загрязнения воды и гидрологии, загрязнение атмосферы и метеорологии) необходимо развивать с самого начала, так как в противном случае не будет обеспечена правильная оценка их состояния.

Концепция комплексной системы экомониторинга опирается, прежде всего, на оперативный экологический контроль. Для построения системы такого контроля необходимо создание методологии и аппаратуры автоматического оперативного слежения за возможными экологическими правонарушениями на базе различных приборов контроля.

Важным представляется создание локальных или региональных мониторинговых геоинформационных систем. За рубежом созданы такие мониторинговые геоинформационные системы, особенно в мониторинге загрязнения атмосферы. Геоинформационная мониторинговая система (ГМС) или геоинформационная экологическая система (ГИЭС) выполняет комплекс функций по сбору информации о текущих значениях параметров отдельных подсистем экологической системы, обработке этой информации и выдаче прогнозов состояния их загрязнения.

В Донецкой Народной Республике создание вышеупомянутых мониторинговых геоинформационных систем на базе космических снимков и использования программных комплексов ArcGIS, QuantumGIS возможно [1, 2]. Для этого необходимо поставить задачу создания единой государственной автоматизированной системы мониторинга окружающей среды (ЕГАСМОС), выполнение которой возможно в несколько этапов:

1-й этап: создание локальной сети экологического мониторинга, на примере г. Донецка (мониторинг воздушного бассейна и поверхностных вод).

2-й этап: создание общереспубликанской локальной сети мониторинга окружающей среды.

3-й этап: создание единой государственной автоматизированной системы мониторинга окружающей среды (ЕГАСМОС).

Для создания ЕГАСМОС необходима совершенная программно-аппаратная база, позволяющая создавать единый электронный реестр природных ресурсов.

Единая государственная система баз данных экологической информации предполагает создание единой системы управления ими с закрытым доступом к ней представителей органов государственной власти, органов местного самоуправления.

Ведение Единой государственной системы управления базами данных экологической информации должен осуществлять Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при Главе ДНР совместно с Министерством по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики.

База данных (геопортал экологических данных) должна включать в себя:

- базовые наборы экологических данных с геопространственной привязкой (использование ГИС-технологий);
- данные мониторинга ОС;
- реестр выбросов (сбросов) и перенос загрязнителей на расстояния;
- кадастры природных ресурсов;
- информацию/ведомости органов государственного контроля (Госкомэкополитики);
- базы данных других держателей информации;
- аналитические материалы, статистическую информацию;
- нормативные правовые материалы;
- карты, космические снимки и т.п.
- комплексную информацию о субъекте хозяйствования, пользующегося природными ресурсами;
- информацию о взаимосвязи с гражданами и общественными организациями по вопросу оценки состояния ОС.

Важным направлением в развитии государственной системы мониторинга окружающей среды является внедрение финансовой гарантии экологической ответственности субъектов хозяйствования.

Речь идет об ответственности субъектов хозяйствования за достоверность предоставляемой экологической информации производственного экологического мониторинга.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Создание ЕГАСМОС возможно в условиях Донецкой Народной Республики.
2. Создание ЕГАСМОС может базироваться на использовании ГИС-технологий, а также на использовании космоснимков.
3. Создание ЕГАСМОС необходимо с создания экологического паспорта территорий как локального, так и регионального уровней (на уровне Донецкой Народной Республики).

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Облачное программное обеспечение для создания интерактивных веб-карт и их публикации // ArcGIS Online. – URL: <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-online/overview>. – (дата обращения – 15.11.2021).
2. QGIS - свободная географическая информационная система с открытым кодом // QGIS. – URL: <https://qgis.org/ru/site/> – (дата обращения – 15.11.2021).

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛИКВИДИРОВАННОЙ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ГОРОДА ДОНЕЦКА

Лебедев Е. А., магистрант, Сердюк А. И., д. х. н., профессор  
ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Угольная промышленность Донбасса вызывает наиболее комплексные и необратимые негативные изменения в окружающей природной среде. Экологические последствия производственной деятельности шахт трудноустраняемы, требуют больших денежных средств для их ликвидации и смягчения.

Цель исследования – оценка воздействия реструктуризации шахты на окружающую среду.

Ликвидированная шахта - «Заперевальная №2» ГХК «Донуголь» расположена в Буденновском районе города Донецка, поле шахты – в пределах Донецко-Макеевского геолого-промышленного района.

Водоснабжение осуществляется от городских водопроводных сетей г. Донецка. Бытовые стоки отводятся в городской коллектор и далее на Ларинские очистные сооружения бытовых стоков.

Поверхностный комплекс шахты состоит из основной промплощадки, площадки воздухоподающего ствола, площадки вентиляционного ствола, двух породных отвалов и двух шламонакопителей.

В процессе эксплуатации шахты образуются шахтные, бытовые и ливневые стоки. Шахтные воды поступают в реку Кальмиус через пруд-осветлитель на балке Богодуховская. Бытовые стоки сбрасываются через сети ОАО «Донуглеводоканал» на городские очистные сооружения, принадлежащие ПУ «Донецкводоканал». Сброс и очистки ливневых стоков не производится (выпускается неорганизованно на рельеф). (табл.1). После ликвидации шахты весь приток шахтных вод будет сбрасываться по существующей ранее схеме.

Таблица 1 - Качественная и количественная характеристики шахтных вод до закрытия шахты

Наименование показателя	Концентрация, г/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	6,6
БПК <sub>полн.</sub>	2,44
Нефтепродукты	0,06
Азот аммонийный	0,10
Сульфаты	883,4
Хлориды	355,2
Железо общее	0,18
Нитраты	4,73
Сухой остаток	2772,3
Нитриты	0,053

Судя по данным табл. 1 и значениям ПДК<sub>кб</sub>, превышение установленных ПДК загрязняющих веществ с шахтными водами до закрытия шахты имеет место по сухому остатку (минерализации), сульфатам и хлоридам.

Для работы шахты в водоотливном режиме проектом предусматривается:

- выработки, не используемые для водоотливного комплекса, погашаются за счет естественного обрушения;

- на поверхности сохраняются объекты хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения, электроснабжения;
- использование административно-бытового комплекса как временного объекта для обслуживания рабочих водоотливного комплекса, шахтостроителей;
- закрытие шахтной котельной;
- сохранение существующей схемы сброса шахтных вод;
- демонтаж всех объектов на поверхности, которые не используются в работе водоотливного комплекса;
- рекультивация породных отвалов и высвобождаемой территории на промплощадке с последующим их озеленением.

После закрытия шахты наблюдается (табл. 2) снижение сбросов хозяйственных сточных вод на 98,7 %, шахтных вод на 81,1 %.

Таблица 2 - Показатели воздействий шахты на окружающую среду после ее закрытия

Показатели	Существующее состояние	Работа в водоотливном режиме	Снижение (-) Рост (+)	Снижение, %
1	2	3	4	5
1.Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (т/год), всего:	18129,9	1432,7	-16697,2	92,1
в том числе				
- газообразные	18022,9	1427,0	-16595,9	92,0
- взвешенные	107,0	5,7	-101,3	94,7
2. Сбросы:				
- хозяйственные	151,3	2,0	-149,3	98,7
- шахтные	1839,3	1988,5	-149,2	81,1
(тыс.м <sup>3</sup> /год)				
3. Отходы :				
- шахтная порода	153,0	0	-153,0	100
- другие отходы	2600,0	2,1	-2598,9	99,9
(тыс.м <sup>3</sup> /год)				

Многоплановость комплексного воздействия угледобывающих шахт на окружающую природную среду вызывает при их закрытии ряд проблем, связанных с подъемом соленых вод глубоких водоносных горизонтов; подтоплением городских и сельскохозяйственных территорий солеными водами и засолением почв; поступлением соленых вод в поверхностные водотоки и водоемы; загрязнением источников водоснабжения – колодцев, скважин, родников. В Донбассе половина поверхностных вод – это очищенные или недостаточно очищенные сточные (шахтные) воды. Поэтому, осуществляемая в последние годы широкомасштабная реструктуризация угольных шахт Донбасса породила целый спектр эколого-геологических и эколого-экономических проблем региона. Мировой, а так же накопленный за последние десять лет отечественный опыт указывают на необходимость осознания важности экологического аспекта при проведении реструктуризации угольной отрасли, а так же того, что такая генеральная совокупность как защита и восстановление окружающей природной среды должна развиваться опережающими темпами по сравнению с угледобычей и углебогащением.

Рассмотрим перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу до и после ликвидации шахты. После ликвидации шахты изменения, влияющие на выброс

вредных веществ в атмосферу: прекратится выброс пыли неорганической с содержанием  $\text{SiO}_2$  от 20 до 70 %, двуокиси азота, окиси углерода, сернистого ангидрида в связи с ликвидацией котельной; тушится породный отвал, в результате чего прекратится выделение окиси углерода, сернистого ангидрида, диоксида азота, сероводорода и уменьшается выброс пыли углепородной. В связи с ликвидацией угольного склада и прекращением погрузочно-разгрузочных работ прекращается выброс пыли угольного концентрата, пыли углепородной. Ликвидируются посты сварки, поэтому прекращается выделение окиси железа и марганца и его соединений. Прекращает работу скиповый ствол и устанавливается газоотводящая труба, через которую выделяется метан.

При ликвидации склада щебня и силоса инертной пыли прекращается выброс пыли с содержанием  $\text{SiO}_2$  от 20 до 70%. Ликвидируется склад ГСМ, кузнечные горны и вакуум-насосная.

Ликвидация источников выбросов вредных веществ, тушение и последующее озеленение породного отвала приведут через три-четыре года к сокращению выбросов в атмосферу следующих масс вредных веществ:

1. Сернистого ангидрида – 88,2 т/год;
2. Сероводорода – 15,7 т/год;
3. Окиси углерода – 335,9 т/год;
4. Пыли неорганической с содержанием  $\text{SiO}_2$  (20-70) % - 9,73 т/год;
5. Пыли угольного концентрата – 72,6 т/год;
6. Пыли углепородной – 17,9 т/год;
7. Метана – 16,1 тыс. т/год.

Благодаря этому концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе уменьшится до фоновой, что повлияет на улучшение экологической обстановки в данном регионе.

После завершения работ по ликвидации шахты на промплощадке остаются два источника, оказывающих влияние на атмосферный воздух – это газоотводящая труба и в течении первых трех-четырех лет породный отвал с выбросами пыли. На водный бассейн будет продолжать влиять водоотлив.

Угольная промышленность относится к отраслям, интенсивно влияющим на земельные ресурсы, что приводит к количественным и качественным изменениям земель. К ним относится сокращение площади сельскохозяйственных угодий и земель другого назначения в связи с их изъятием и нарушением, интенсификации эрозии и минерализации почв, разрушением почвенной структуры, переувлажнением, заболачиванием, подтоплением, засолением, развитием суффозии.

В первую очередь к неблагоприятным воздействиям действующей шахты на земельные ресурсы следует отнести следующее:

- занятие земель под объекты шахты;
- загрязнение земель выбросами газообразных, жидких и твердых веществ;
- деформация земной поверхности, возникающие в ходе подземной добычи угля и погашения подземных горных выработок.

Общие остаточные деформации земной поверхности не превысят следующих величин: наклоны – 0,9 мм/м, горизонтальные деформации – 0,7 мм/м, процесс сдвижения полностью завершится через три года после закрытия шахты и влияние фактора подработки на почвы прекратится.

Вследствие активизации сдвижения горных пород, вызванного затоплением горных выработок, на земной поверхности образуются подработанные зоны. Частичное затопление шахты приведет к изменению установившегося после прекращения горных работ равновесия. В целом, прогнозируемые деформации не велики. При функционировании водоотливного комплекса шахты подтопление территории не произойдет, в том числе и жилого сектора.

Шахта «Запореваляная № 2» является типичным горнорудным предприятием с подземным способом добычи угля. Основной объем образования промышленных отходов действующей шахты связан с добычей угля из недр и проходкой горных выработок, в результате чего на поверхность выдается порода. Существенным источником образования отходов является котельная, где в результате сжигания топлива образуется золошлак. Объем образования других отходов незначителен. После ликвидации шахты два породных отвала шахты будут рекультивированы и озеленены, а один из ранее действующих породных отвалов будет предварительно потушен (до рекультивации).

Перед началом работ по разборке породного отвала производится визуальный осмотр поверхности и откосов с целью обнаружения видимых очагов самонагревания. В предполагаемых очагах самонагревания осуществляется замер температур на глубину 0,5 м от поверхности. Разборка отвалов допускается слоями в нисходящем порядке.

Исходя из теплового состояния отвала и его расположения в застроенной части города рекомендуется применить такой вариант приведения породного отвала в безопасное для окружающей среды состояние – тушение выявленных очагов горения, изоляция всей горизонтальной поверхности отвала и озеленения.

Породный отвал № 2, территориально расположенный в Пролетарском районе города, в дальнейшем будет эксплуатироваться для складирования породы, выдаваемой из шахты «Глубокая» ш/у «Донбасс» ГХК «Донуголь».

Породный отвал № 3 расположен к северу от промплощадки бывшей шахты «Запореваляная № 1» на расстоянии от основной промплощадки шахты «Запореваляная № 2». Здесь накоплено около 6,6 тыс. м<sup>3</sup> породы.

Большинство отходов, образующихся на шахте при ее работе и в процессе ликвидации, имеют 4 класс опасности. К наиболее токсичным отнесены вышедшие из строя ртутьсодержащие люминесцентные лампы, а также отработанные нефтепродукты и загрязненные ими материалы. Отходы разборки зданий и сооружений в своем составе не имеют токсичных компонентов 1-3 класса опасности.

В период ликвидации шахты образование большинства видов отходов прекратится.

Необходимо отметить, что растительность, произрастающая на рассматриваемой территории, испытывает в настоящее время и будет испытывать на себе после ликвидации шахты негативное воздействие поллютантов, содержащихся в выбросах автотранспорта, индивидуального жилого фонда и других предприятий.

Снижение уровня загрязнения окружающей среды, особенно воздушного бассейна, является положительным фактором не только для проживающего в этом районе населения, но и для растительного и животного мира.

К остаточным воздействиям на окружающую среду шахты относятся: деформация земной поверхности и подработанных объектов, изменение гидрогеологического режима подземных вод.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П.П. Кукин, Е.Ю. Колесников, Т.М Колесникова. — М.: Юрайт, 2016. — 453 с.

2. Резников, Ю. Н. Шахтные и карьерные воды. Кондиционирование, использование, обессоливание и комплексная переработка / Ю.Н. Резников, В.Г. Львов, В.В. Кульченко. – Донецк: Каштан, 2003. – 242 с.

3. Инструкция по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов. - Серия 05. Выпуск 27. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. - 40 с.

# ПРОГНОЗНЫЕ КРИТЕРИИ ПОИСКОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ПРИМЕРЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Лузанова Д.Э., студентка, Седова Е.В., к.г.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Выявление промышленных рудных месторождений является не только важной научной проблемой, но и практической целью металлогенических исследований. Суть проблемы заключается в выявлении закономерностей и показателей, являющихся общими для процессов формирования месторождений разного генезиса, и могут применяться на всех стадиях поисково-разведочного процесса. За продолжительный период развития геологоразведочной отрасли достоверность прогнозной оценки ресурсов новых объектов обеспечивалась большим количеством выполняемых работ. Принцип аналогии подтверждал сходство исследуемого месторождения с уже известными эталонными, а принцип исключительности оценивал степень «нестандартности» сочетания факторов, а также их влияния на масштабы ресурсов.

Данная проблема, с практической стороны, тесно связана с экономической эффективностью геологоразведочных работ и имеет большое значение в современных условиях. Несмотря на мощный ресурсный потенциал, в Донбассе отмечается дефицит многих видов минерального сырья. В первую очередь, к ним относятся редкие металлы, являющиеся важным стратегическим видом сырья.

Геологическая изученность месторождений Украинского щита за последние 70 лет позволила установить, что все известные объекты REE принадлежат к комплексным редкометальным [1]. Основным представителем таковых является Азовское месторождение цирконий-редкоземельных руд.

Приазовский блок, как восточная окраина украинского щита, относится к древним кратонам с проявлениями неоднократной тектономагматической активизации. Это находит свое проявление в редкометально-редкоземельных месторождениях как мантийного, так и корового происхождения. В пределах блока обнаружено более пятидесяти видов различных видов полезных ископаемых, что позволяет считать Приазовский блок редкометальной субпровинцией [2].

На основе анализа геологических и геофизических особенностей зон субдукции УЩ [3] рассмотрим критерии поисков полезных ископаемых Восточного Приазовья.

## **Геологические**

1. *Палеогеодинамическая позиция исследуемого региона.* Орехово-Павлоградская шовная зона разделяет Среднеприднепровский мегаблок (типичную архейскую гранит-зеленокаменную область, почти не затронутую протерозойской гранитизацией) и Приазовский мегаблок – архейскую гранит-зеленокаменную область, сильно переработанную в протерозое, со значительным площадным ареалом развития гранитоидов хлебодаровского, южнокальчикского, каменногильского и анадольского протерозойских комплексов [3].

2. *Характеристические структурные и металлогенические элементы тектонотипа.* Восточная часть УЩ имеет следующие структурно-тектонические элементы: ОПШЗ и примыкающие к ней с востока интенсивно нарушенные в процессе коллизии участки смежного Приазовского мегаблока – Западное Приазовье; области растяжения Приазовского мегаблока и соответственно зоны повышенной проницаемости его коры – Центральное Приазовье; тыловая часть восточной части УЩ (Восточное Приазовье), интенсивно переработанная в протерозое с ареалом развития субщелочного и щелочного магматизма.

Металлогеническая и магматическая зональность восточной части УЩ определяется степенью поддвига океанической плиты под Приазовский мегаблок [3]. Выделяемые металлогенические зоны отражают элементы тектонотипа. Положение

тектонотипа в палегеодинамической позиции исследуемого региона определяет набор полезных ископаемых.

*3. Геологическая позиция по отношению к глубинным разломам.* Учитывая геологическую позицию по отношению к глубинным разломам, таковы являются подводными каналами мантийных флюидов, в которых часто обнаруживают эндогенные рудопроявления. Для прогнозирования редкоземельного оруденения наиболее перспективны нижеследующие зоны глубинных разломов.

Как правило, большинство известных рудопроявлений, контролируемых зоной разломов, приурочено к гранитным массивам и щелочным породам каменноугольного, южнокальчикского и октябрьского комплексов.

#### ***Центрально-Приазовская зона глубинных разломов***

К этой зоне относится Каменноугольское рудопроявление Та и Nb; циркон-пирохлоровое рудопроявление остаточной коры выветривания альбититов сиенитовой подформации (с. Валерьяновка Волновахского района), Екатериновские проявления Li и REE Y–Ce-группы, Стародубовское проявление REE Y–Ce-группы, Азовское месторождение руд REE и др. [4].

#### ***Кальмиусская зона глубинных разломов***

Самыми известными рудопроявлениями, приуроченными к этой зоне, являются Петрово-Гнутовское месторождение REE, Пищевикское (Левобережное) рудопроявление REE иттрий-цериевой группы, рудопроявление «Дружба» REE, Анадольское или Тавловское рудопроявление REE, а также ряд небольших рудопроявлений REE.

#### ***Грузско-Еланчикская зона глубинных разломов.***

К данной территории приурочены протяженные шовные зоны разломов с флюорит-апатитовым оруденением, связанные с граносиенитовой формацией.

*4. Региональные и локальные проявления метасоматоза.* К ним относятся щелочные метасоматиты, как правило, приуроченные к карбонатитовым проявлениям (Черниговское, Петрово-Гнутовское редкометальное месторождение, Хлебодаровское и др.). Исходя из особенностей вещественного состава исследуемых щелочных метасоматитов, можно прийти к выводу о принадлежности их к фенитам (метасоматитам, генетически связанным с нераскрытыми эрозией породами карбонатитовой формации).

К локальным проявлениям метасоматоза следует отнести развитие грейзенизации и щелочного метасоматоза в гранитах каменноугольного комплекса.

*5. Потенциальная рудоносность определенных магматических комплексов исследуемых регионов, районов, площадей и участков.* Закономерности связи полезных ископаемых и магматических комплексов позволяют определять результаты поисковых работ в областях их распространения при наличии определенных признаков рудоносности.

#### ***Геофизические***

*1. Наличие комплексных геофизических (гравиметрических, сейсмометрических, магнитометрических) региональных аномалий.* По данным сейсмических исследований поверхности раздела Мохо под Орехово-Павлоградской шовной зоной установлено ее резкое отличие от граничащих Среднеприднепровского (с запада) и Приазовского (с востока) геоблоков. Показатели поля силы тяжести над шовными зонами характеризуется четко выраженными гравитационными минимумами.

*2. Наличие низкоомных аномалий (региональных и локальных).* Глубинные (до 50 км) низкоомные аномалии, характеризующие протяженные тектонические структуры (шовные зоны), могут служить указателями прогнозных площадей для поисков полезных ископаемых посредством проецирования низкоомных аномалий на поверхность (как отражение путей движения мантийных флюидов) [1].

На рассматриваемой территории можно выделить три низкоомных участка (100-300 Ом), корни которых не исчезают даже на глубине 50 км. Во-первых, это наиболее интенсивная низкоомная аномалия в районе Орехово-Павлоградской шовной зоны, во-

вторых, низкоомная аномалия между Розовской и Мануильской зонами глубинных разломов (Центральное Приазовье у границы с Восточным Приазовьем). Третий глубинный низкоомный участок расположен у восточной границы Восточного Приазовья между двумя зонами глубинных разломов [3].

3. *Низкоомные глубинные аномалии вдоль протяженных зон разломов.* Прогнозные перспективные участки Восточного Приазовья на рудопроявления редкоземельных и редких элементов, выделены в Грузско-Еланчикской зоне разломов и юго-восточной части Кальмиусской зоны разломов по электромагнитным аномалиям повышенной электропроводности [1]. К этим участкам относятся:

– Грузско-Еланчикская зона разломов. К ней приурочена глубинная низкоомная электромагнитная аномалия, где зафиксированы протяженные зоны разломов с флюорит-апатитовым оруденением, связанные с граносиенитовой формацией;

– юго-восточная часть Кальмиусской зоны разломов. Здесь выявлена глубинная низкоомная электромагнитная аномалия, а к самой зоне приурочено несколько десятков редкоземельных рудопроявлений.

4. *Низкоомные аномалии, приуроченные к зонам метасоматоза.* Проявлениями данных аномалий являются глубинные разломы. Как правило, низкоомные аномалии вдоль зон разломов сопровождаются и зонами метасоматоза.

5. *Сопряженность низкоомных аномалий с металлогеническими рудными узлами и геохимическими аномалиями.* В пределах Восточного Приазовья специальными работами [3] установлена сопряженность большого числа геохимических аномалий с низкоомными аномалиями.

Исходя из вышеизложенного, следует сделать вывод: большинство из рассмотренных геологических и геофизических критериев рудоносности давно применяются в практике поисковых работ и не требуют особых доказательств. Однако следует заметить, что для докембрия Украинского щита новой является стратегия поисков, основанная на концепции тектоники плит. Выделяемые металлогенические зоны ориентируют поисковые работы на обнаружение только тех полезных ископаемых, которые присущи приуроченности металлогенических зон к определенным тектонотипам области субдукции.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Шеремет, Е. М. Азовское редкоземельное месторождение Приазовского мегаблока Украинского щита (геология, минералогия, геохимия, генезис, проблемы эксплуатации) / Е. М. Шеремет, В. С. Мельников, С. Н. Стрекозов, Т. П. Волкова, Е. В. Седова и др. - Донецк: «Ноулидж», 2012. - 374 с.

2. Шеремет, Е. М. Редкометальные граниты Украинского щита (петрология, геохимия, геофизика и рудоносность) / Е. М. Шеремет, С. Г. Кривдик, Е. В. Седова. - Донецк: «Ноулидж», 2014. - 250 с.

3. Шеремет, Е. М. Петрология, геофизика и рудоносность редкометальных гранитов Приазовья (Украинский щит) / Е. М. Шеремет, Е. В. Седова и др. - Донецк: «Ноулидж», 2013. - 214 с.

4. Седова, Е. В. Региональное прогнозирование поисков рудопроявлений, аналогичных Азовскому цирконий-редкоземельному месторождению / Е. В. Седова // Научные труды ДонНТУ, серия «Горно-геологическая». Вып.2 (32). – Донецк, ДонНТУ, 2018. – С. 11–19.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Максимов В.А., студент, Головатенко Е.Л., ассистент  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Увеличение глубины разработки угольных пластов, увеличение нагрузки на забой длинных забоев и концентрация горных работ привели к значительному увеличению выбросов метана в горных выработках угольных разрезов Донбасса. В Донбассе глубина выемки горных пород увеличивается в среднем на 10-12 м в год, а в Центральном регионе до 18-20 м в год. Средняя глубина горных работ на угольных шахтах Донбасса превышает 700 метров. На ряде шахт Донбасса глубина отработки достигла 1100 - 1350 м и более. В связи с этим содержание метана в шахтах постоянно увеличивается. На многих угольных шахтах Донбасса относительное содержание метана превышало 30 м<sup>3</sup>/т добытого угля, а на ряде шахт – более 100 м<sup>3</sup>/т.

За последние 20 лет выбросы метана увеличились почти на 10%, а концентрация этого мощного парникового газа в атмосфере достигла рекордно высокого уровня. Метан при его гораздо более низкой концентрации в атмосфере способствует глобальному потеплению. Это следует отметить, поскольку метан является эффективным парниковым газом. Увеличение содержания метана в атмосфере способствует усилению парникового эффекта, поскольку метан интенсивно поглощает тепловое излучение Земли в инфракрасной области спектра на длине волны 7,66 мкм. С увеличением содержания метана изменяются химические процессы в атмосфере, что может привести к ухудшению экологической ситуации на Земле.

Большая часть метана (около 90%) сорбируется в угольных пластах, остальная часть заполняет трещины и пустоты в массиве горных пород и растворяется в грунтовых водах. Многочисленные попытки применить различные технологии для изменения сорбционной способности угля и извлечения метана без разгрузки угольных пластов от горного давления не дали положительных результатов в условиях Донбасса.

Дегазация используется для извлечения метана из угольных пластов, постоянного и чрезвычайно опасного спутника угля. Это процесс обеспечения безопасных атмосферных условий в горных выработках. Кроме того, дегазация снимает ограничения по нагрузкам на лавы и скорости горных выработок с точки зрения газового фактора. В настоящее время для этого пробурено большое количество скважин, что очень дорого и не совсем неэффективно, а отходящий газ не утилизируется и оказывает негативное воздействие на окружающую среду.

Сотрудники Горного института Н. А. Чинакала СО РАН разрабатывают новую технологию дегазации угольных шахт. Метод основан на применении гидроразрыва пласта (ГРП) и использовании роботизированного оборудования. В будущем это позволит получать метан высокого качества и снизить его выбросы в атмосферу. ГРП считается наиболее перспективным способом повышения эффективности скважин, пробуренных для извлечения рудничного газа: специальные жидкости закачиваются в породу под высоким давлением, и с их помощью создаются трещины с высокой газопроводностью. Чтобы трещина не закрывалась под тяжестью вышележащих пород и не мешала выходу газа, ее закрепляют пропантантами, обычно песком или керамическими шариками. Их использование недешево, так как пропантант закачивается в скважину вместе со специальными вязкими полимерами или гелями, которые необходимо продавить с помощью высокопроизводительных насосов.

Немалый интерес представляет и комплексная дегазация, согласно которой увеличение проницаемости угольного пласта обеспечивается за счет гидроразрыва пласта через скважины с поверхности и добычи метана через скважины-резервуары. В этом

случае скважины дегазации пласта дают более высокие дебиты метана, так как они пересекают основные трещины, образовавшиеся в процессе гидроразрыва пласта.

Если технологии дегазации дорогостоящие, следовательно увеличивается стоимость добычи угля, поэтому новые технологии в нашей стране практически не используют. Можно сделать вывод, что подавляющее большинство шахт останавливаются на вентиляции мест добычи и транспортировки метана по вентиляционным каналам на поверхность и, как следствие, в атмосферу. Решение проблемы безопасного освоения газоносных угольных пластов должно основываться на создании экономически эффективных технологий добычи шахтного метана, основанных на современных научных достижениях в области массопереноса метана в угольных пластах и средствах его добычи. компьютерное моделирование физических процессов.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Инструкции по дегазации угольных шахт (утверждено приказом 1 декабря 2011 года N 679) / . — : ЭНАС, Техпроект, 2018. — 176 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76836.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

2. Бобров, С. А. Обоснование технологии открытой разработки мощных пологозалегающих угольных пластов : монография / Бобров С.А., Кисляков В.Е. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. — 156 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100063.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Основы горного дела (открытая геотехнология). Практикум : учебное пособие / О.И. Литвин [и др.]. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва, 2019. — 116 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/109120.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Инструкции по дегазации угольных шахт (утверждено приказом 1 декабря 2011 года N 679) / . — : ЭНАС, Техпроект, 2018. — 176 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76836.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Агеев, В. Г. Эндогенная пожароопасность на различных этапах становления шахт Донбасса : монография / В. Г. Агеев, П. С. Пашковский, С. П. Греков. — Донецк : Респиратор, 2018. — 148 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92358.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Васючков, Ю. Ф. Скважинная добыча угля с использованием биодеструкции угольного пласта : учебное пособие / Ю. Ф. Васючков, А. Ю. Стулишенко. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 164 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98889.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОАГУЛЯНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ШАХТЫ «ЩЕГЛОВСКАЯ-ГЛУБОКАЯ»**

**Машкарёв П.С., магистрант, Степаненко Т.И., к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**

Проблемы охраны окружающей среды и рационального использования водных ресурсов относятся к числу приоритетных задач угольной промышленности региона. Несмотря на современные научные и технические возможности, проблема охраны поверхностных вод и, в частности, санитарной охраны водоемов от загрязнения шахтными водами остается актуальной и до сих пор нерешенной [1].

Подавляющая часть имеющихся на угольных предприятиях очистных сооружений не обеспечивает очистки сточных вод до нормативных требований из-за несовершенства применяемых схем очистки, что приводит к неэффективной работе очистных сооружений [2].

При проведении горных выработок и добычи угля вскрываются водоносные горизонты, вследствие чего возникает необходимость в организации системы водоотлива с целью откачивания шахтных вод на поверхность и ее очистка перед сбросом в поверхностные водные объекты.

Можно выделить следующие виды загрязнения шахтных вод [2]:

1) минеральные загрязнения в шахтных водах, находящиеся в растворенном и взвешенном состоянии. Степень минерализации шахтных вод существенно возрастает с увеличением глубины разработки, что наблюдается на шахтах с высокоминерализованными водами;

2) органические загрязнения (частицы чистого угля, минеральные масла, применяемые для смазки горных механизмов и машин, продукты жизнедеятельности живых организмов, разложение древесины и др.);

3) бактериальные загрязнения шахтных вод, обусловленные наличием в них большого количества микроорганизмов, что является следствием попадания в воду продуктов гниения древесины и живых организмов.

В комплекс очистных сооружений шахтных вод на поверхности предприятия – шахта «Щегловская-Глубокая» входят следующие сооружения: горизонтальный 3-х и 4-х секционный отстойники, 2-х секционный контактный резервуар для хлорирования шахтных вод, пруд-отстойник. При этом химический состав шахтных вод за период 2018-2019 гг. ухудшился из-за перетока большого объема шахтной воды с других шахт.

Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния коагулянтов на эффективность очистки шахтных вод от взвешенных веществ. Осветляемость возвратных вод определялась методом отстаивания. Содержание взвешенных веществ в исследуемых пробах воды определялось гравиметрическим методом. Для изучения влияния эффективности осветления в работе проводились исследования проб шахтных вод до и после очистных сооружений.

Для изучения влияния коагулянтов на эффективность очистки от взвешенных веществ проводились исследования с добавлением к пробам шахтных вод сульфата алюминия, хлорида железа и сульфата железа (III).

На рис. 1-2 представлены результаты изучения влияния коагулянтов на эффективность осаждения взвешенных веществ из шахтных вод.

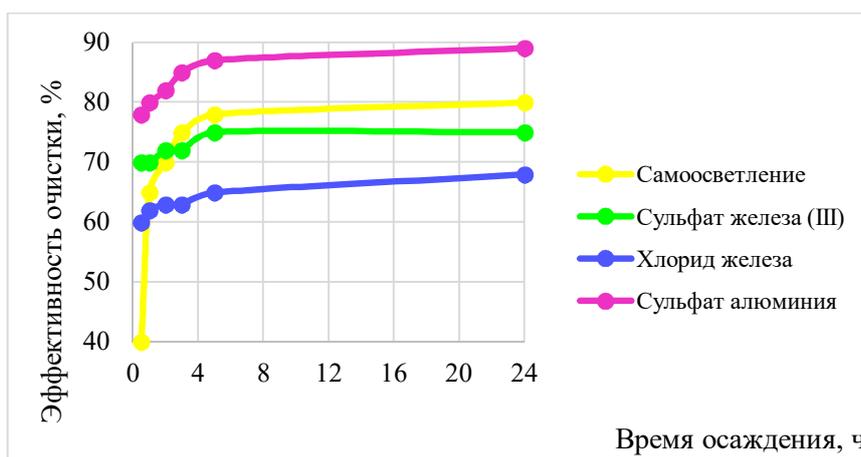


Рисунок 1 – График зависимости осаждения взвешенных веществ (проба № 1) от продолжительности отстаивания с применением коагулянтов

Самоосветление пробы № 1 (шахтные воды до очистных сооружений) за 3 ч происходит на 75,3 %. Через 24 часа проба осветлялась на 80,1%. При добавлении в пробу № 1 сульфата алюминия эффективность очистки от взвешенных веществ через 3 часа составила 85 %, а через 24 часа – 89 %, при применении в качестве коагулянта сульфата железа (III) и хлорида железа эффективность очистки после 24 ч отстаивания составила 75% и 68 % соответственно.

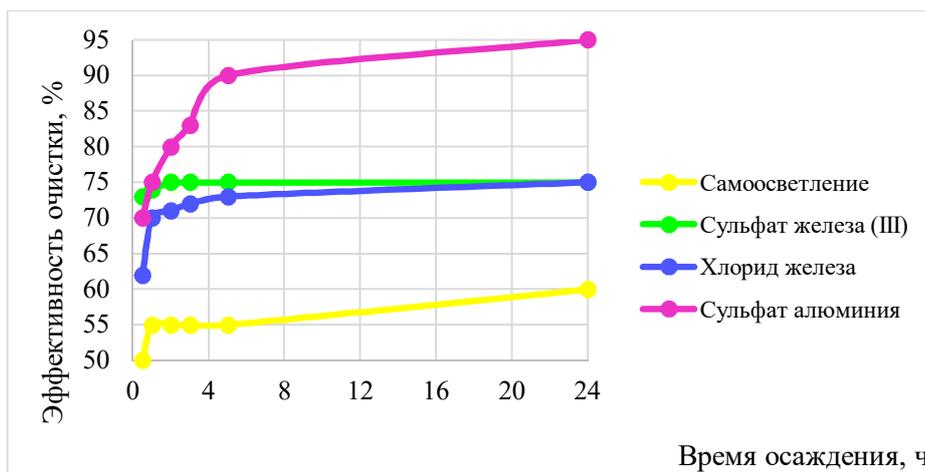


Рисунок 2 – График зависимости осаждения взвешенных веществ, содержащихся в шахтных водах после очистных сооружений (проба № 2) от продолжительности отстаивания с применением коагулянтов

Проба № 2 (шахтные воды после очистных сооружений) без использования реагентов осветлялась за первые 0,5 часа на 50,2 %, после чего наблюдалось небольшое увеличение скорости осветления и в течение 5 ч сохранялась эффективность очистки на уровне 55 %. За 24 ч отстаивания осаждение взвешенных веществ происходило на 60,5%. При добавлении в пробу № 2 сульфата алюминия эффективность очистки от взвешенных веществ через 3 часа составила 83 %, а через 24 ч значение достигло 95 %. При применении в качестве коагулянта сульфата железа (III) и хлорида железа эффективность очистки после 24 ч отстаивания составила 75%.

На рис. 3 представлены изменение концентраций взвешенных веществ после обработки шахтных вод коагулянтами – сульфатом железа (III), сульфатом алюминия, хлоридом железа. Доза коагулянтов принималась постоянной. Время отстаивания проб шахтных вод составляло 3 часа.

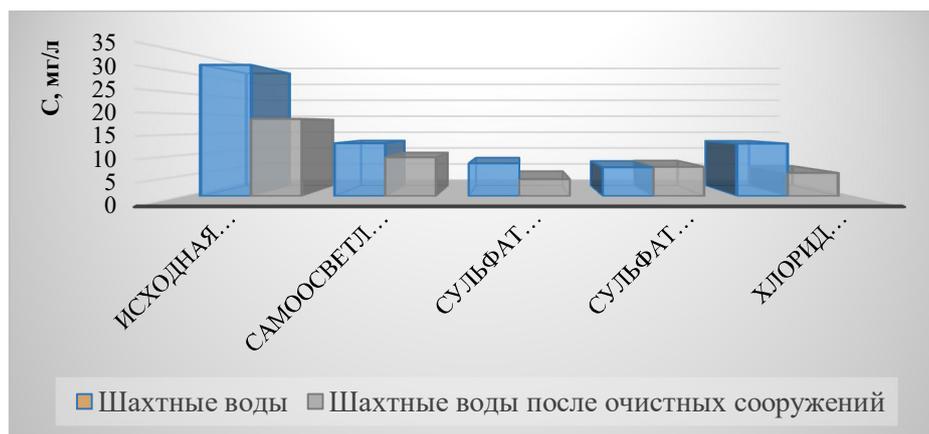


Рисунок 3 – Концентрации взвешенных веществ в шахтной воде при постоянной дозе коагулянта, мг/л

Таким образом, для осветления сточных вод шахты «Щегловская-Глубокая» наиболее предпочтительным является применения сульфата алюминия.

Предлагается изменение технологическая схема очистки шахтных вод, применяемой на предприятии. Шахтная вода по трубопроводу подается в 3-х и 4-х секционные горизонтальные отстойники, очищается в них от взвешенных веществ и поступает в контактный резервуар для обеззараживания. В трубопровод шахтной воды перед поступлением её в контактный резервуар вводится хлорная вода, приготовляемая в хлораторе. Очищенная вода из контактного резервуара используется на производственные нужды шахты, собственные нужды очистных сооружений, затем поступает в пруд-отстойник после чего сбрасывается в водоём.

С целью повышения качества очистки воды фильтрацию её предлагается производить с предварительной обработкой раствором коагулянта (сульфата алюминия). Приготовление концентрированного раствора коагулянта производится в растворном баке с механическим перемешиванием. Из растворного бака концентрированный раствор коагулянта перекачивается насосом в расходный бак, разбавляется в нем до рабочей концентрации и дозируется с помощью поплавкового дозатора в очищаемую шахтную воду перед поступлением её в контактный резервуар.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что проблема очистки шахтных вод требует решения незамедлительно в связи с постоянно увеличивающимся количеством сбрасываемых недоочищенных шахтных вод в поверхностные водные объекты.

Направлениями решения этих проблем можно назвать создание и соблюдение требуемых режимов очистки на действующих сооружениях и максимальную интенсификацию их работы. Это позволит значительно сократить сбросы взвешенных веществ в водоемы с минимальными затратами на модернизацию сооружений.

Внедрение предлагаемой схемы с использованием в качестве коагулянта сульфата алюминия позволит повысить эффективность очистки до 85 %, снизить концентрации взвешенных веществ, тем самым снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Высоцкий, С. П. Риски затопления шахт и использование шахтных вод [Текст] / С. П. Высоцкий, С. Е. Гулько, В. В. Лихачева // Вестник Автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета. – Горловка : АДИ, 2016. – № 1. – С. 88-95.

2. Долина, Л. Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки: справочное пособие / Л.Ф. Долина – Днепропетровск: Молодежная экологическая, Лига Приднепровья, 2000. – 114 с.

## ОЦЕНКА ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ УРОЧИЩА ЗАСТАВИЩЕ Г. БРЯНСКА

Нестеренко В.М., аспирант  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет  
имени академика И.Г. Петровского»

Сохранившиеся лесные участки в пределах крупных городов выполняют огромные по значимости средообразующие функции в условиях повышенного прессинга сочетанной и антропогенной нагрузки. В условиях крупной урбоэкосистемы Брянска (административный центр Нечерноземья РФ) многие городские леса в связи многочисленными изменениями в Лесном Кодексе РФ до сих пор не имеют чётко выделенной границы, с постановкой на кадастровый учёт должны вестись дополнительные работы. Поэтому мониторинговые исследования уникальных лесных городских массивов – общая задача для теоретических и прикладных изысканий в экологии и природопользовании. Урочище Заставище (УЗ) – одна из зелёных зон Бежицкого района города Брянска, общей площадью в 1,1 га. Лесные сообщества УЗ в средней степени преобразованы человеком, особенно воздействием рекреации, т.к. урочище – хорошее место для отдыха, легко доступное, однако необорудованное. Лесной массив изрежен пешеходными тропами с обилием чужеродных видов, активно внедряющихся в сообщества, с многочисленными участками для пикников и кострищами с бытовым мусором. За счет активного природопользования происходит преобразование условий местообитаний, которое в свою очередь неизбежно ведет к обеднению видами лесных сообществ.

Цель работы – выявление фиторазнообразия урочища Заставище г. Брянска для сохранения и восполнения флористического состава зелёной зоны.

Для УЗ характерно произрастание лесных сообществ на левобережной (для р. Десны) II террасе с небольшим перепадом высот, характерным микрорельефом для присклоновой части, где коренные породы перекрыты мощными четвертичными наносами – песками. Почвенный покров очень разнообразный с преобладанием зональных типов – дерново-подзолистых с разнообразными типами, пониженные участки заняты перегнойно-подзолисто-глееватыми и разнообразные торфяные. В УЗ имеет место выход подземных вод, залегающих на небольшой глубине, на поверхность со значительным заболачиванием местности [2, 4, 5].

При анализе биологического разнообразия УЗ были выявлены уникальные местообитания, занятых термофильными (неморальнотравными) дубравами – основными зональными типами сообществ в Нечерноземье РФ, значительно трансформированные в результате рекреации. Данные сообщества включены в класс дубово-буковых лесов ассоциации *Mercurialo-Quercetum* и принадлежат к эталонным растительным сообществам, описанным в Зеленой книге Брянской области [3]. В сообществах ассоциации сделаны 53 описания, альфа-разнообразия – 42,6 видов.

Сообщества ассоциации расположены на свежих (5,9–6,4), слабокислых и околонеутральных (6,1–6,5) и на богатых минеральным азотом (5,7–6,4) почвах.

Спектр жизненных форм, выполненный по К. Раункиеру, показал, что преобладание гемикриптофитов (57,6%), наличие незначительного числа геофитов (11,7%) и терофитов (4,6%); по спектру И.Г. Серебрякова – длиннокорневищные (25,3%) и короткокорневищные (15,1%) виды, развивающиеся на хорошо аэрируемых почвах; также в равных соотношениях зарегистрированы кистекорневые, рыхлодерновинные, стержнекорневые и плотнодерновинные формы (по 7,3%).

Видовое разнообразие сосудистых растений УЗ насчитывает 297 видов из 41 семейства, что соответствует в целом бета-разнообразию лесных ценозов южного Нечерноземья [1]. После обработки геоботанических описаний установлено, что растительные сообщества принадлежат к классу *Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek

et Fabijanic 1968, *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968, порядку *Fagetalia sylvaticae* Pawiowski 1928, *Alno-Fraxinetalia excelsioris* Passarge 1968, союзу *Quercu roboris-Tilion cordatae* Solomeshch et Laivins ex Bulokhov et Solomeshch in Bulokhov et Semenishchenkov 2015 и *Alnion incanae* Pawiowski et al. Растительные сообщества класса *Alno glutinosae-Populetea albae* принадлежат аazonальные неморальные пойменные леса, сложенные гигрофильными видами – ольхой чёрной, видами рода ясень, произрастающими на богатой азотом почве.

В урочище преобладают леса III класса возраста, однако встречаются и высоковозрастные экземпляры, особенно дуба черешчатого; среднеполнотные (55, 3%), с высокой продуктивностью и средней продуктивностью (72,8 %). По типам лесорастительных условий – В 2, В 3 (44,2%), С 3 (23,5%), В 4 и В 5 (22,1%), Д 3 (10,2%). Преобладающие породы по таксационным исследованиям – ясень обыкновенный, ясень пенсильванский, дуб черешчатый, ольха чёрная, берёза повислая. Типы лесных сообществ со средней и высокой антропогенной устойчивостью описаны на значительной площади (63,4%).

Согласно оценке степени рекреационной дигрессии в УЗ, преобладают леса 2 степени (72,7%) нарушенности, 3 и 4 степени, а также 1 – редко, сообществ с полностью нарушенным равновесием не встречаются.

Эстетическая оценка ландшафтов в УЗ оценивалась по трёхбалльной шкале и представлена средне дренированными, свежими и влажными местоположениями (балл II, более 70 %), пониженными местообитаниями (балл III).

Для составления карты синтаксонов выделены фитоценомеры – ассоциации лесных сообществ. Карта распределения фитоценозов (рис. 1) говорит о пестроте составляющих растительный покров единиц. Фитоценозы синтаксонов в пределах комбинаций растительности тесно связаны с разнообразием типологии почв в почвенном покрове и особенностях увлажнения.

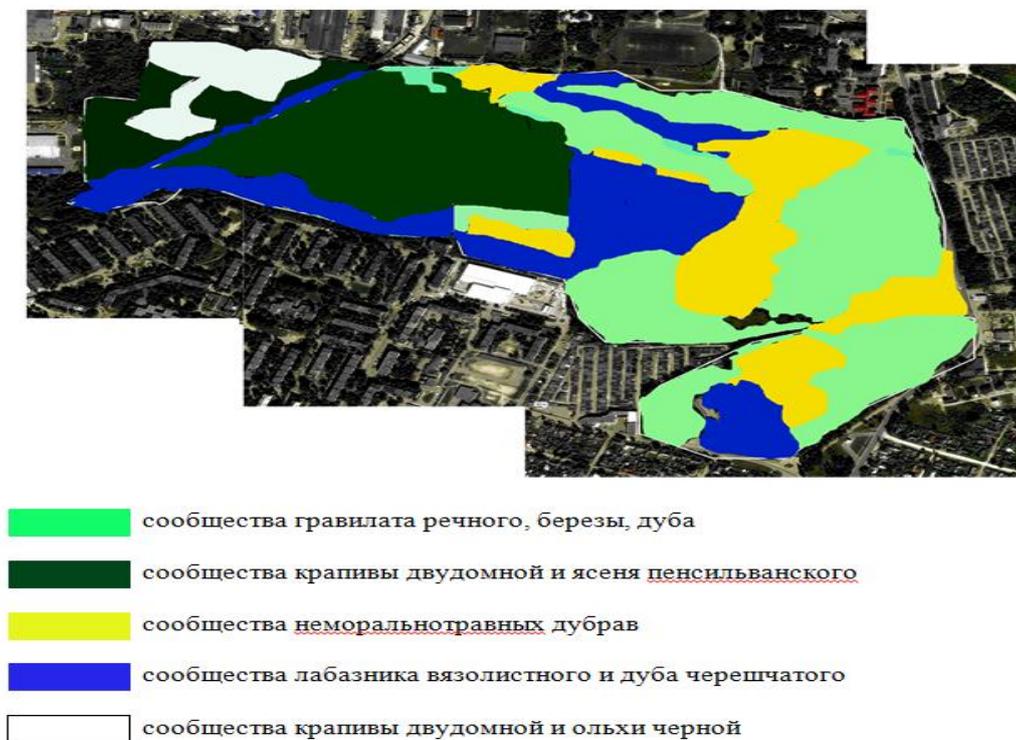


Рисунок 1 – Карта распределения растительных сообществ в пределах местностей урочища Заставище

Примечание. Незалитые места внутри границ УЗ – постройки, тропинки

Фитоценомеры представлены ассоциациями: 1 фитоценомер включает гигрофильные леса с участием гравилата речного и берёзой повислой и дубом черешчатым; 2 фитоценомер – гигрофильные дубравы с ярко выраженным травяным ярусом из лабазника вязолистного; 3 фитоценомер – с участием крапивы двудомной и ясеня; 4 фитоценомер – заболоченные черноольшаники; 5 фитоценомер – неморальнотравные дубравы как зональные сообщества.

Таким образом, проведенная оценка флористического разнообразия зеленой зоны говорит об необходимости организации долгосрочного мониторинга состояния и планирования мероприятий по развитию управления лесами для сохранения альфа и бета разнообразия растительного покрова урочища Заставище г. Брянска.

По отношению к УЗ можно применить подход по выделению лесов высокой природоохранной ценности (ЛВЦ), которая отражена в нескольких отчётах WWF и является общемировой. Эти участки урочища, достаточно преобразованные деятельностью человека, сохранив некоторые участки термофильных дубрав, можно отнести к некоторым классификационным категориям ЛВЦ.

Во-первых, это лесные сообщества с достаточно высоким уровнем разнообразия, отражающим типичные – эталонные – виды для широколиственных лесов Нечерноземья РФ. Также это категория лесов, относящаяся к группе естественных мультипородных лесов, являющихся резерватами биоразнообразия. Также ввиду разнообразных местообитаний в УЗ эти леса могут войти в перечень категорий, относящихся к ключевым (в том числе и сезонным) местам обитания животных – птиц, млекопитающих, насекомых. Особенно значимы многочисленные ярусы с обилием кормовых запасов и мест для размножения насекомых отряда жесткокрылых и чешуекрылых. Вторая категория ЛВЦ – крупные естественные ландшафты, к которым можно отнести долинные комплексы речных бассейнов. Особое значение леса УЗ будут иметь в группе сообществ, типичных для изучаемого района, но сократившие ареал при действии разрушающих факторов.

При рассмотрении категорий классификации ЛВЦ по группе 4 «Экосистемные услуги» лесные сообщества урочища относятся к перечневым категориям: леса, имеющее особое водоохранное значение, леса, имеющее особое противозерозное значение. Данные леса поддерживают обводнённость р. Десны (р. Болвы) и малых рек на территории административного района крупного города, снижает разрушительное действие ветровых потоков, адсорбирует воздушные массы с пылевым и химическим загрязнением от крупного загрязнителя воздуха – ЗАО «Мальцовский портландцемент».

Таким образом элемент городских лесов – Урочище Заставище – нуждается в дальнейшем изучении, особенно в отношении динамики растительных сообществ и элементов биоразнообразия; включения сообществ в список категорий ЛВЦ.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Агроклиматические ресурсы Брянской области (справочник). – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 91 с.
2. Боголюбов, А. С. Простейшие методы статистической обработки результатов экологических исследований. – М.: Экосистема, 1998. – 13 с.
3. Булохов, А. Д. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России / А.Д. Булохов, А.И. Соломещ. – Брянск. Изд. БГУ, 2003. – 359 с.
4. Волкова, Л. Б. Опыт экологической экспертизы концепции устойчивого развития в проекте Генерального плана развития Москвы до 2020 года / Л.Б. Волкова // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». – М.: РАН, 2000. – С. 131–136.
5. Александрова, В. Д. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части СССР / В.Д. Александрова, Т.К. Юрковская. – Л., 1989. – 64 с.

## СОЗДАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА МЕСТНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ AUTOCAD

Нестеренко М.А., аспирант  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет  
имени Академика И.Г. Петровского»

Топографическая съемка является самым востребованным комплексом работ в землеустройстве. Данные о местоположении объектов на местности, расстояниях между этими объектами, а также рельеф местности востребованы людьми с древних времен и актуальны в наши дни.

Топографические съемки имеют большое количество различных видов, которые характеризуются различными методиками, используемыми приборами и точностью измерений. Использование каждого из них диктуется целесообразностью затрат, объемом работ и необходимой точностью.

Хорошую точность измерений дает современное оборудование и навыки видения съемки геодезистом. В большинстве случаев топографическая съемка выполняется электронным тахеометром или GPS приемником.

Камеральные работы заключаются в обработке данных полученных при полевых измерениях и создание топографического плана в одной из программ, относящихся к системам автоматизированного проектирования (САПР). Одной из таких систем является AutoCAD, созданный для проектирования и черчения.

Этапы создание топографического плана в AutoCAD.

Выгрузив данные съемки (координаты точек с высотной привязкой) с носителей приборов, выполняем их привязку к пункту ОМС. При помощи специальных дополнительных команд, встраиваемых в AutoCAD, координаты точек импортируются в рабочую среду программы (рис. 1).

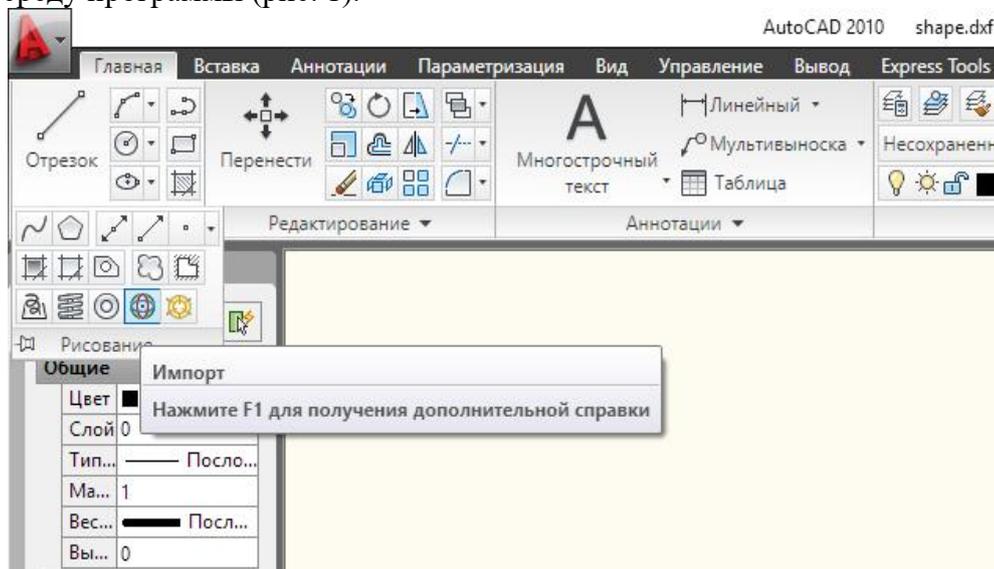


Рисунок 1 – Импорт данных в рабочую среду AutoCAD

Главной задачей топографического плана – это отобразить все подземные, наземные и надземные объекты, а также рельеф местности. Создание изолиний рельефа в программе AutoCAD, занимает немало времени, если делать это вручную, методом триангуляции. Для ускорения процесса существует дополнение программного обеспечения в виде программы AutoCAD Civil 3D. Построение изолиний в данном дополнении осуществляется путем автоматической интерполяции по заданным точкам, имеющим кроме XY координат, высоту Z (рис. 2).

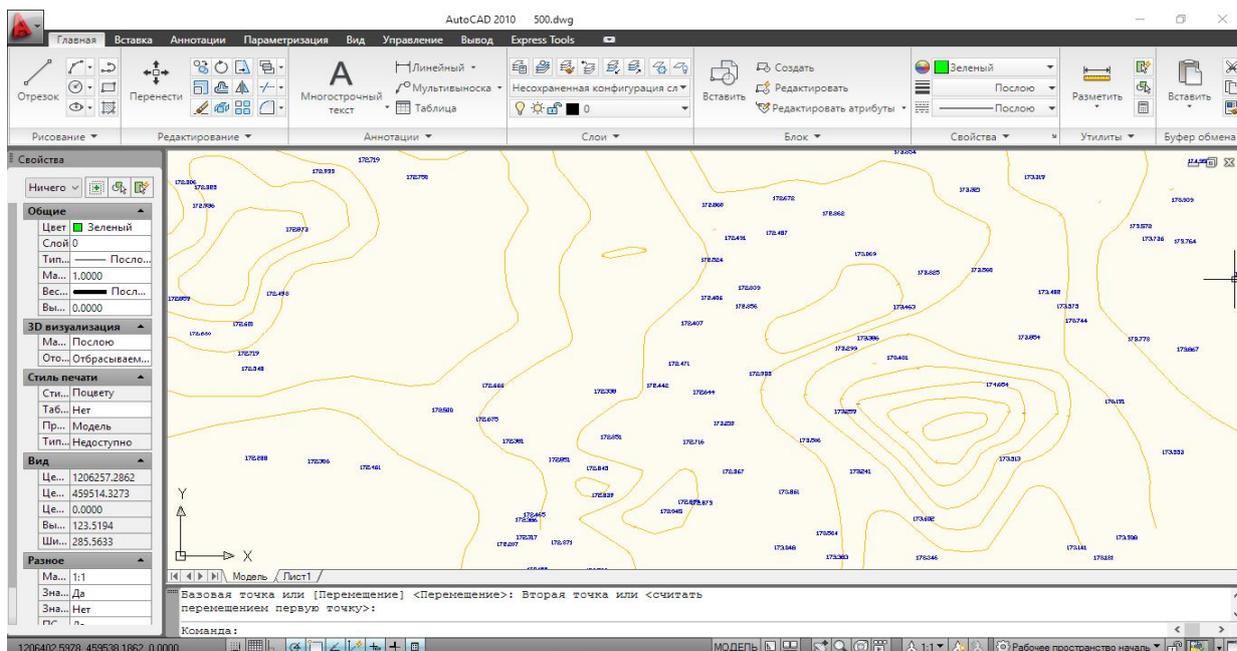


Рисунок 2 – Изолинии, высотные точки рельефа в программе AutoCAD

Все автомобильные дороги, проходящие рядом, тротуары, парковки, пешеходные тропы, здания, сооружения и ограждения, попадающие в зону проведения работ, были сняты путем определения координат поворотных точек и для контроля нанесены последовательно на абрис, далее перенесены в программу AutoCAD.

Земельные участки, объекты капитального строительства, находящиеся на государственном кадастровом учете, также были сняты в угловых точках, для достоверности отображаемой информации, сведения о этих объектах сравнивают со сведениями, полученными из ЕГРН. Полученный файл, в формате «html», при помощи специальных онлайн сервисов конвертированы в формат «dxf» и подгружаются в AutoCAD отдельным слоем (рис. 3).

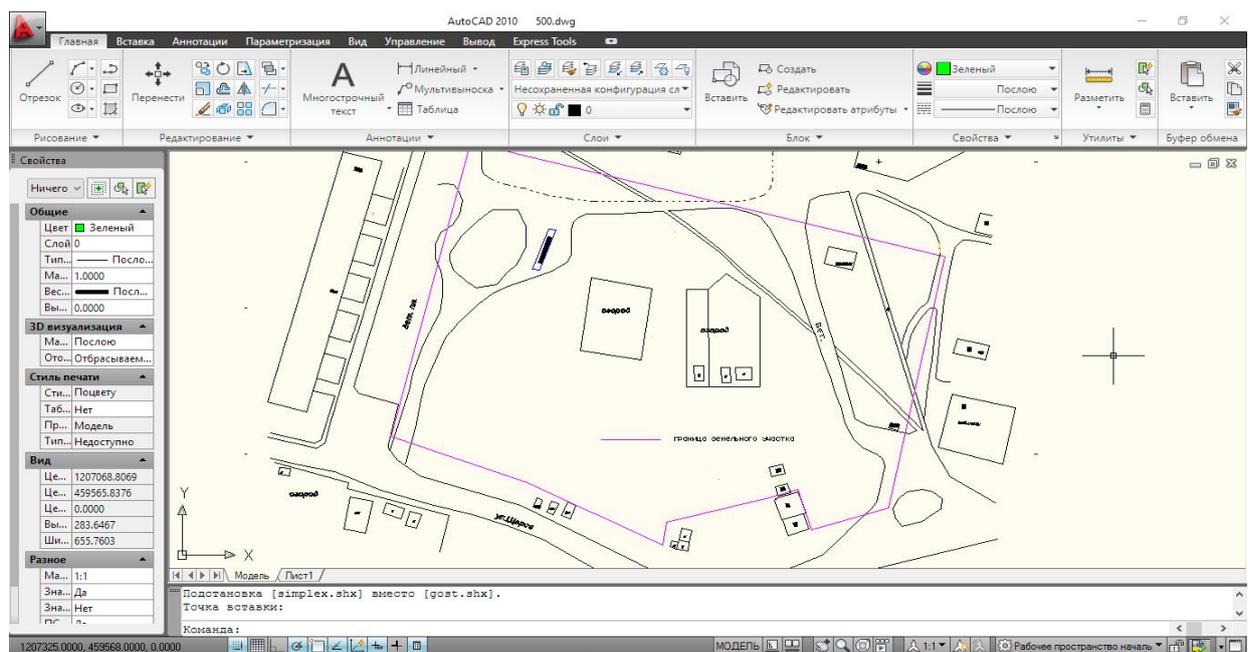


Рисунок 3 – Границы земельных участков, зданий, сооружений



# РАЗРАБОТКА ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОНБАССА И УМЕНЬШЕНИЯ ИСТОЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Пигарева З.В.

ГУ «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности»

На сегодняшний день по всей территории ДНР стоит острая проблема очистки загрязненных водных ресурсов и связанный с этим дефицит воды соответствующего качества для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Основными причинами ухудшения экологического состояния поверхностных водных объектов являются: ограниченное число оборотных систем водоснабжения, недостаточное количество существующих очистных сооружений, низкий уровень эффективности эксплуатации существующих очистных сооружений; аварийное состояние значительной части канализационных сетей [1].

Большая часть использованной в промышленности воды поступает обратно в реки и озера в виде сточных вод. Загрязненные сточные воды через попадают в водные объекты, которые служат источником централизованного водоснабжения. В связи с этим возникает необходимость проводить контроль качества сбрасываемых сточных вод в водные объекты. В результате сброса на протяжении многих лет производственных, коммунальных сточных вод и неочищенных ливневых вод с предприятий ухудшилось качество воды в большинстве водных объектов, расположенных на территории республики. Анализ литературных источников показал, что по многим показателям, в частности общая минерализация, жесткость наблюдается превышение допустимых норм.

Шахтные воды характеризуются высоким уровнем загрязнения взвешенными веществами, бактериями, а также минеральными солями, непостоянством их физико-химического состава. Состав шахтных вод нарушает существующее экологическое равновесие водных объектов Донбасса; дестабилизирует динамику подземных водоносных горизонтов, приводит к их истощению, а также к загрязнению природных водных ресурсов. При общей нехватке воды питьевого качества в Республике весомая доля ее после приобретения промышленными предприятиями используется в большей степени неэффективно – на технические цели, подпитку систем оборотного водоснабжения. Решением данной проблемы может стать поиск альтернативных и более дешевых источников водоснабжения [2]. Как вариант возможным альтернативным источником воды могут стать отводимые сточные воды с предприятий угледобычи и углеобогащения, непосредственно прошедшие стадии очистки и водоподготовки до требований предъявляемых водопотребителями.

Анализ литературных источников показал, что в общем виде решение проблемы шахтных вод возможно различными путями, представленными на рис. 1. Каждый, из представленных на рис. 1, направлений снижения негативного воздействия шахтных вод позволит уменьшить загрязнение источников водоснабжения и предотвратить истощение природных водных ресурсов региона.

Для решения сложившейся проблемы при очистке шахтных вод необходимо снижение в ее составе показателя солесодержания, то есть проведение деминерализации воды. Использовать шахтные воды в целях получения питьевой воды соответствующего качества необходимо из уже закрытых шахт, поскольку только лишь в этом случае вокруг объекта, в данном случае шахты, возможно создание зоны санитарной охраны [3]. Если же речь идет о технологическом водоснабжении, то воду можно брать из любой шахты.

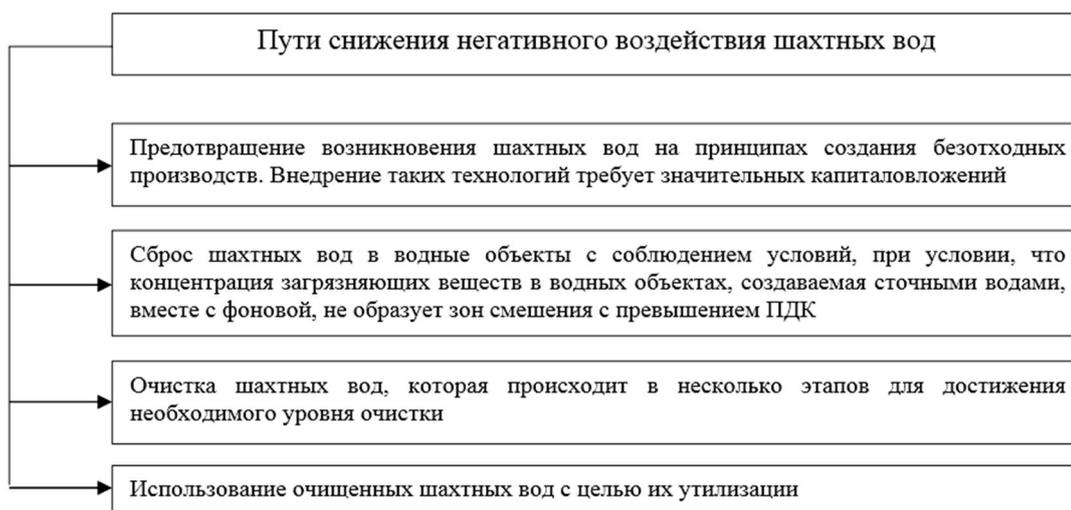


Рисунок 1 – Пути снижения негативного воздействия шахтных вод

Следующая категория вод – это шахтные воды с повышенным содержанием минерализации, которые после предварительной очистки, а также операций кондиционирования могут быть в дальнейшем вовлечены в производственный оборот, в качестве источника технического водоснабжения, что позволит предотвратить использование для этих целей питьевой воды. Проведенный анализ литературных данных [2-3] позволил сделать вывод, что доля использования шахтной воды данной категории может достигать 75-80 %, что составляет в масштабах значительное количество. Но для реализации данного направления необходимы существенные финансовые сложения.

Также стоит отметить, что шахтная вода, которая не может быть использована повторно по ряду причин, должна быть подвержена деминерализации, то есть очищена до состояния при котором она при сбросе не будет негативно воздействовать на водный объект. Для реализации этого требования необходимо выполнять операции опреснения-концентрирования с последующей утилизацией полученного концентрата, извлекаемого из шахтных вод.

Выводы: в результате проведенного анализа можно сделать вывод, что наличие в подземных условиях участков, в которых минерализация воды, образующейся от предприятий угледобычи и углеобогащения, отвечает необходимым санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к питьевой воде, что позволяет утверждать, что шахтная вода, поступающая с этих участков по средствам самостоятельных водоотливов, исключая стадию обессоливания может быть вовлечена в производственный процесс после предварительного обеззараживания. Однако необходимо проводить дальнейшие более подробные исследования шахтных вод непосредственно в лабораторных условиях.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Водные объекты – национальное достояние народа ДНР [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://gkvrh.ugletele.com/vodnye-obektynatsionalnye-dostoyanie-naroda-dnr/>
2. Никанорова, А. М. Комплексные оценки качества поверхностных вод [Текст] / А. М. Никанорова, В. Р. Лозанский, Г. Н. Данилова и др. // Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. – 3 с.
3. Рябчиков, Б. Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования [Текст] / Б. Е. Рябчиков. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОДНИКОВЫХ ВОД БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ (ПАСПОРТИЗАЦИЯ 2019-2021 ГГ.)

Соболева О.А., аспирант  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет  
имени академика И.Г. Петровского»

В 2019-2021 гг. проведены исследования по обновлению и дополнению мониторинговой информационной базы данных «Атлас родников Брянской области», реализуемой в Нечерноземье Российской Федерации (РФ) с 2012 года [1]. База данных была дополнена сведениями о 63 родниках Брянской области, информация по 29 родникам была обновлена. В работе использованы маршрутные, гидрологические, лабораторно-химические и геоботанические методы исследований как частные методы, общенаучные – анализа, синтеза, обобщения, сравнения, моделирования и прогнозирования. Для каждого родника определяли следующие параметры: характер исследуемого источника (восходящий, нисходящий), связь с водными объектами, дебит источника, органолептические показатели воды, характер и качество оборудования родника [2].

В процессе работы использовали стандартные методики. Отбор проб и пробоподготовка проводились в соответствии с ГОСТ 31861-2012. Органолептические характеристики определяли на основании ГОСТ Р 57164-2016. Анализ показателей качества проводили по аттестованным методикам ГОСТа. Химический анализ проводили на базе лаборатории «Охрана окружающей среды» естественно-географического факультета БГУ имени академика И.Г. Петровского.

Температура воды 92 исследованных родников в осенне-зимний период составляла  $7,4 \pm 2,2^\circ\text{C}$  при температуре окружающей среды  $-5 - +13^\circ\text{C}$ . Температура в летний период –  $10,0 \pm 1,7^\circ\text{C}$  при  $+19 - +30^\circ\text{C}$ . Таким образом, родниковые воды на территории Брянской области относятся, преимущественно, к холодным. 48 родников (52%) из числа исследованных в указанный период некаптированные – это, преимущественно, лесные родники, обустроенные старообрядцами (родники Унечского района), или родники колодезного типа (родники Почепского района) (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Некаптированные родники:

а) №186 – д. Пески, Родник имени Серафима; б) №196 – д. Бумажная фабрика

44 родника каптированы, из них 95% характеризуются как маломощные со значением дебита менее 1,0 л/с. Самый незначительный дебит обнаружен у родника №198 (г. Почеп, Суконная фабрика) –  $0,005078 \pm 0,000026$  л/с, однако данный родник активно используется населением как источник нецентрализованного питьевого водоснабжения. Наибольшим значением дебита ( $4,286 \pm 0,952$  л/с) характеризуется каптированный родник д. Добрунь Брянского района №92, имеющий свободный сток воды по деревянному

желобу; Святой источник с. Толмачево №31 также классифицируются как среднедебитный – значение дебита  $1,471 \pm 0,224$  л/с (рис. 2).



а)

б)

Рисунок 2 – Среднедебитные родники Брянского района (2020 г.):  
а) №31 – с. Толмачево, Святой источник, Брянский район; б) №92 – д. Добрунь, Брянский район

В целом, воды всех исследованных родников удовлетворительны по органолептическим характеристикам. В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды, интенсивность запаха не должна превышать двух баллов. Из 92 указанных родников данному показателю не соответствует родник №11 (Святой источник иконы Божьей матери «Троеручница», пгт. Белые Берега), характеризующийся заметным сульфидным запахом. Источник сероводорода в природных водах – восстановительные процессы, протекающие при бактериальном разложении и биохимическом окислении органических веществ естественного происхождения и веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами. Так как рН данной воды 6,86, то запах обусловлен содержанием  $H_2S$  и  $HS^-$  – форм. Сероводород и гидросульфид-ионы присутствуют в поверхностных водах вследствие протекания восстановительных процессов, притекающих при бактериальном разложении и биохимическом окислении органических веществ естественного происхождения и веществ, поступающих в водоёмы со сточными водами. Наличие в природной воде сероводорода служит показателем её сильного загрязнения и анаэробных условий [3]. Химический анализ отобранных проб позволил выявить содержание некоторых поллютантов. В среднем по области, воды родников характеризуются как пресные (средняя минерализация –  $392 \pm 198$  мг/л), средней жёсткости (общая жёсткость –  $6,65 \pm 3,39^\circ J$ ). Причём по показателю «общая жёсткость» родники значительно отличаются: 8 родников – очень жёсткие (значение параметра – более  $12^\circ J$ ), 20 – жёсткие ( $8-12^\circ J$ ), 44 – средней жёсткости ( $4-8^\circ J$ ), 22 – мягкие (менее  $4^\circ J$ ).

Воды пяти районов области – Выгоничского, Трубчевского, Красногорского, Унечского, Жирятинского – характеризуются как нейтральные, значение водородного показателя от 6,71 для первого указанного до 7,49 для последнего. Родниковые воды Дятьковского, Брянского, Почепского, Новозыбского, Карачевского, Погарского, Жуковского, Клетнянского, Суражского районов – слабощелочные, значение рН от 7,58 до 7,92, соответственно. Родниковые воды в указанные годы наблюдения удовлетворяли установленным нормам предельно-допустимой концентрации по всем параметрам, за исключением нитрат-ионов, общего железа и ионов, определяющих общую жёсткость воды. Воды 39 родников (42,4% от числа исследованных) имели превышения ПДК хотя бы по одному компоненту, в роднике №166 г. Карачева зафиксировано превышение трёх указанных показателей (табл. 1). Содержание нитрат-ионов значительно различалось в отобранных пробах родников и варьировалось от следовых количеств (родники №11, 175, 186, 199) до концентраций, превышающих ПДК в 3,4-3,7 раз (родники №78, 123, 125, 165, 166).

Таблица 1 – Удельный вес проб, превышающих установленные нормативы предельно допустимых концентраций

Показатель	Удельный вес проб, %	Показатель	Удельный вес проб, %
Нитрат-ионы NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	23,9	Железо общее, мг/л	7,6
Общая жёсткость, °Ж	18,5	Нитрат-ионы + общая жёсткость или Нитрат-ионы + общее железо	8,7

Проведённое исследование по обновлению мониторинговой базы данных «Атлас родников Брянской области» позволило получить сведения о химическом составе родниковых вод во временном разрезе. Анализ полученных результатов показал, что за 8-летний период наблюдений в целом по Брянской области содержание нитрат-ионов значительно увеличилось. Этому способствовала возросшая антропогенная нагрузка на агроэкосистемы, в частности активное развитие сельского хозяйства на территории региона, сопровождающееся выпасом скота и забором подземных вод. По содержанию нитрат-ионов за последний период наблюдения наиболее загрязнёнными оказались родники Жирятинского, Почепского и Красногорского районов области – зафиксировано превышение установленной нормы ПДК по нитрат-ионам в 2,2; 2,3 и 2,9 раз, соответственно. Значительное содержание нитрат-ионов имели воды родников Погарского и Жуковского районов. Воды пяти районов (Брянский, Трубчевский, Погарский, Жуковский, Стародубский) относятся к «жёстким» с показателем общей жёсткости в диапазоне 8,0-10,0 °Ж. Значительные показатели, но ниже ПДК, отмечаются по содержанию общего железа. В табл. 2 приведено сравнение показателей химического состава отдельных родников Брянской области, полученных в осеннюю межень 2013 г. или 2015 г. и в осеннюю межень 2019 г.

Таблица 2 – Сравнительный анализ химического состава родников Брянской области

Родник	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Общая жёсткость, °Ж	pH	Fe общее, мг/л
2013 (осенняя межень) / 2019 (осенняя межень)								
2 – пос. Жирятино, ул. Овражная	следы	следы	21,8	<b>46,5</b>	14,7	3,8	6,9	0,21
	0,82	0,028	35,6	<b>97,9</b>	49,6	5,0	7,7	0,018
8 – пгт. Красная Гора	0,65	следы	2,5	1,02	5,1	3,2	7,4	<b>0,31</b>
	0,10	0,022	41,4	42,7	60,5	6,7	7,2	0,093
11 – пгт. Белые Берега (г. Брянск)	1,15	следы	10,8	<b>47,2</b>	26,0	2,5	7,2	0,26
	0,55	0,018	37,4	следы	140,8	3,2	6,9	<b>0,89</b>
31 – п. Толмачево (Брянский р-н)	0,14	0,082	27,3	31,4	22,8	3,9	7,4	0,21
	0,68	9,5·10 <sup>-3</sup>	12,9	11,9	8,3	4,4	7,7	0,0934
40 – д. Комягино (Трубчевский р-н)	0,04	следы	6,2	6,22	17,4	<b>11,9</b>	7,3	0,17
	0,70	0,043	38,7	28,8	48,5	<b>10,7</b>	7,5	0,084
41 – п. Супонево (Брянский р-н)	следы	следы	19,4	<b>45,6</b>	54,8	7,5	6,7	0,28
	0,39	0,029	22,7	40,9	4,9	8,6	7,9	0,11
55 – д. Ивановка (Брянский р-н)	0,75	0,040	24,5	44,5	5,2	3,8	6,4	0,24
	0,72	0,39	18,4	<b>48,0</b>	38,5	4,5	8,2	0,27
28 – д. Чопово (Почепский р-н)	0,232	0,036	11,8	4,22	9,10	<b>5,6</b>	6,4	<b>0,32</b>
	0,338	0,0311	16,0	10,5	6,5	<b>6,5</b>	7,9	0,13
86 – с. Внуковичи (Новозыбковский р-н)	0,14	следы	11,3	24,7	23,6	<b>10,4</b>	7,1	0,19
	0,22	0,022	58,1	20,8	49,0	<b>10,1</b>	7,8	следы
91 – д. Добрунь (Брянский р-н)	0,14	0,057	18,6	17,0	20,2	8,8	7,4	0,22
	1,32	0,055	44,2	<b>63,0</b>	29,7	9,8	7,0	следы
94 – пгт. Ивот (Дятьковский р-н)	0,17	следы	11,6	16,9	22,3	6,5	7,5	0,28
	1,70	0,032	8,9	16,6	0,9	6,8	7,6	0,21

Родник	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Общая жёсткость, °Ж	pH	Fe общее, мг/л
97 – п. Трыковка (Карачевский р-н)	0,01	следы	9,2	4,12	следы	8,9	7,2	0,20
	0,67	0,019	8,6	36,0	29,1	7,0	7,9	0,079
2015 (осенняя межень) / 2019 (осенняя межень)								
123 – д. Любовшо (Красногорский р-н)	0,10	следы	5,4	12,8	14,2	3,7	6,7	0,17
	0,38	0,12	24,0	<b>156,2</b>	138,6	5,1	6,5	0,087
138 – с. Мякишево (Выгоничский р-н)	0,102	0,112	следы	39,4	71,3	5,4	7,3	<b>0,22</b>
	0,998	0,0586	7,4	2,56	следы	6,4	7,2	0,066

Отмечено значительное увеличение концентрации нитрат-ионов во временном разрезе для отдельных родников (имеются превышение норм ПДК в 3,8 раз). Исключение – родники № 11, 31, 138 – вероятно, снижение содержания данного компонента объясняется проведением работ по благоустройству природниковой территории и чистке русла родника. Отмечено, что показатель «общая жёсткость», преимущественно, с течением времени значительно не изменился ( $\Delta^{\circ}\text{Ж}=\pm 1$ ), что подтверждает геохимическую аномалию региона, вызванную меловыми отложениями. Остальные параметры химического состава родниковых вод подвержены сезонным изменениям.

Воды 30-и родников Суражского, Почепского, Унечского районов Брянской области, отобранных в летний период 2020 г., вольтамперометрически определено содержание тяжёлых металлов (ТМ) (медь, свинец, кадмий, цинк) по методике ГОСТ 31866-2012 на полярографе АВС 1.1. Концентрации ТМ варьируются от «следовых» количеств до 1/50 ПДК. Наибольшее содержание меди (более 1 мкг/л) зафиксировано в родниках №184 и №189 Унечского района, в родниках №92 и №160 Брянского района и в роднике №199 Почепского района. Наибольшая концентрация свинца (более 0,5 мкг/л) – в родниках №47 и 193 Суражского района, №182, 183, 185 Унечского района, №28 Почепского района. Во всех образцах исследованных родниковых вод, за исключением №47, 183, 196, кадмий содержится в следовых количествах. Концентрация цинка варьируется от менее 5 мкг/л (регистрируемый минимум) до 95,2623 мкг/л. Причём наибольшие концентрации цинка обнаружены в пересыхающих родниках г. Почепа (родники №198, 199). Таким образом, средние концентрации определяемых металлов: меди –  $0,6925\pm 0,3215$  мкг/л, свинца –  $0,2411\pm 0,2393$  мкг/л, цинка –  $17,3395\pm 10,3504$  мкг/л, то есть содержание ТМ в родниках Брянской области значительно ниже ПДК.

Приведённые в данной работе результаты исследований по обновлению мониторинговой базы данных «Атлас родников Брянской области» в 2019-2021 гг. показали значительное изменение химического состава родниковых вод в сторону повышения содержания загрязняющих компонентов, преимущественно нитрат-ионов, за период наблюдений. Основные причины изменения качества вод – падение уровня подземных вод, сброс в водные объекты загрязнённых промышленных и коммунальных стоков, интенсивное использование земель в сельскохозяйственном производстве.

Таким образом, для староосвоенного региона Брянской области ведение постоянного мониторинга гидрохимических показателей родников обязательно, особенно по химически значимым индикаторным показателям: содержанию нитрат-ионов, общей жёсткости, содержанию железа общего.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Соболева, О.А. Опыт ведения мониторинговой базы по состоянию городских родников (г. Брянск, Нечерноземье Российской Федерации) / О.А. Соболева, Л.Н. Анищенко // Мат. XVI Междунар. науч.-техн. конф «Наука, образование, производство в решении экологических проблем». - Том 2. – Уфа : РИК УГАТУ, 2020. – С. 236-245.

2. Виноградова, А.А. Антропогенная нагрузка на экосистемы Костомукшского природного заповедника / А.А. Виноградова, Ю.А. Иванова – М.: Физматлит, 2013. – 83 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Сырых А. А., студент, Кутелёва Д. С., студент, Макеева Д. А., к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Одной из основных отраслей промышленности Донбасса является добыча угля. При разработке угольных месторождений появляется несколько проблем. Одна из них – это образование так называемых шахтных породных отвалов, которые чаще всего представлены терриконами или плоскими отвалами. На территории ДНР насчитывается около 521 террикона. Все они состоят на учёте у городских властей. Из них горящих терриконов — 48, из этих 48-ми 43 не имеют хозяина, о 146-ти терриконах вообще отсутствуют данные [3].

Терриконы или шахтные отвалы — это горы отходов, которые остаются после добычи угля или железной руды. Эти отходы представляют собой, пустую породу. Однако в отвалах всё ещё содержится большое процент угля и солей различных металлов. Одна из актуальных для Донбасса проблем – горящие терриконы. Это вызвано тем, что уголь, содержащийся в отвалах, под воздействием внешних факторов начинает гореть, при этом выделяются различные вредные вещества. Террикон средних размеров выделяет 15 тысяч тонн CO<sub>2</sub>, 5 тысяч тонн СО и огромное количество пыли в год. Ежегодно объем отвалов увеличивают на 40 миллионов тонн [2].

Терриконы не только изменяют ландшафт, но и представляют собой серьезную экологическую проблему. В породе терриконов, находятся практически все элементы таблицы Д. И. Менделеева, в том числе и радиоактивные элементы [1]. В горной массе, антраците и золе выявлено 18 токсичных элементов. Их можно разделить на:

- высокотоксичные - мышьяк, сурьма и ртуть – допустимые концентрации - 2 г/т, бериллий (10 г/т) и свинец (30 г/т);
- среднетоксичные - фосфор (90 г/т), хром, кобальт, никель, медь (100 г/т), ванадий (150 г/т);
- слаботоксичные - фтор (500 г/т) и марганец (1500 г/т).

Сам отвал представляет собой достаточно сложный комплекс, содержащий как горные породы, так и множество организмов, от бактерий до высших растений и животных, иногда живущих на склонах. Помимо этого терриконы создают массу проблем для окружающих биоценозов. Физические и химические процессы, происходящие в горящих отвалах, приводят к выбросу токсичных газообразных и радиоактивных веществ. Загрязнение грунтовых вод и почвы происходит за счет вымывания растворимых солей с поверхности отвала. Кроме того, отсутствие мусороперерабатывающих заводов привело к появлению несанкционированных свалок у подножия терриконов. Самовозгорание под воздействием химических реакций и деятельности бактерий с выделением в атмосферу парниковых газов, просачивание и выделение в атмосферу радиоактивных газов, метана и т.д.

Терриконы несут большой вред для экологической обстановки в нашем регионе. С каждым годом это влияние только усиливается. Процессы формирования, деятельности и затухания работ на породных отвалах весьма растянуты во времени (на десятилетия), что приводит к постоянному изменению их параметров. В идеале определение параметров терриконов необходимо производить ежегодно, но этого не происходит, поскольку эта работа сопряжена с большими экономическими затратами и натурными камеральными работами. В связи с этим данные о терриконах устаревают, из-за чего невозможно производить корректные анализы и прогнозы влияния породных отвалов на экологию Донбасса.

Поэтому возникает необходимость разработки и внедрения методов определения параметров породных отвалов на основе космических снимков.

В настоящее время практически все задачи природопользования решаются с использованием той или иной геоинформационной технологии.

Развитие геоинформационных технологий связано с разработкой программного обеспечения для обработки и интерпретации геологических и геофизических данных. Реализация программного обеспечения предполагала создания отдельных программ (1960-1970 гг.), комплексов программ (1970-1980 гг.) и автоматизированных систем обработки геоданных (конец 70-х – начало 80-х годов прошлого столетия). Значительный прогресс в развитии программного обеспечения связан с появлением географических информационных систем или же просто «ГИС» (начало 90-х годов XX века).

На данный момент существует огромное количество различных ГИС-программ применяемых в экологическом мониторинге. Российскими технологиями проведения комплексного анализа данных космических и аэросъёмки, совместно с данными наземных геологических, геохимических, геофизических методов являются ГИС-ПАРК и ГИС ИНТЕГРО. Обе системы были разработаны в середине-конце 90-х годов в соответствии с концепцией создания Государственной геологической карты России масштабов 1:1000000 (Госгеолкарта-1000) и 1:200000 (Госгеолкарта-200), являются векторно-растровыми с сочетанием функций картографической, информационно-справочной, аналитической и прогнозирующих систем. Их использование обеспечивает пространственный многомерный и комплексный анализ разноуровневой информации. Однако применение ГИС-ПАРК, созданной под операционную систему MS DOS, к настоящему времени существенно ограничено.

Одной из зарубежных систем, ориентированной на работу с изображениями космо- и аэрофотосъёмки, является RDAS Imagine с версиями, как для персональных компьютеров, так и для рабочих станций. Базовая комплектация этой системы предусматривает: гистограммные преобразования и сравнения, цветовые построения мозаик из нескольких изображений, фильтрацию изображений в скользящих окнах, средства классификации изображений с обучением на эталонных объектах и без обучения (метод главных компонент).

Технология ENVI также работает с цифровыми данными, полученными при космо- и аэросъёмках, а также с геологическими и геофизическими данными, обеспечивая оконтуривание областей для прогноза рудных районов и рудных полей.

Помимо отмеченных технологий, достаточно распространенной в мире системой является Auto-CAD MAP фирмы Autodesk, используемой в качестве основы для картографии. При помощи этих и подобных программ можно осуществлять космический мониторинг породных отвалов [4].

Благодаря снимкам из космоса можно произвести расчёты и определить площадь основания террикона, площадь боковой поверхности, а исходя из этих данных и объём терриконика. Также можно производить определение площади озеленения породного отвала (рисунок 1).

Экологические проблемы требуют немедленных и адекватных действий, результативность которых напрямую связана с оперативностью и эффективностью обработки и предоставления информации. Комплексный подход, типичный для экологии, обычно основывается на обобщающих характеристиках окружающей среды, вследствие чего, объёмы исходной информации, несомненно, должны быть большими. Эти данные должны быть легкодоступны и систематизированы в соответствии с потребностями. Хорошо, если есть возможность объединить разнородные данные друг с другом, сравнить, проанализировать, просто просмотреть их в удобном и наглядном виде, например, создав на их базе необходимую таблицу, схему, чертеж, карту, диаграмму.

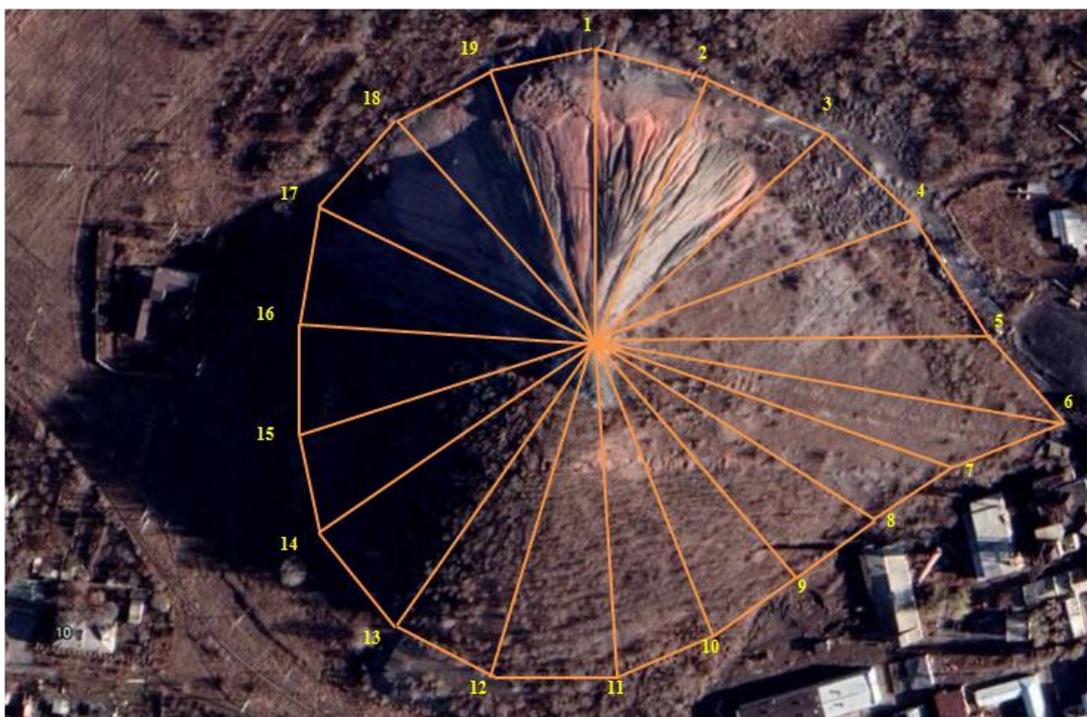


Рисунок 1 – Пример снимка террикона, разделённого на секторы для расчёта площади поверхности.

Инструменты ГИС выходят далеко за рамки возможностей традиционных картографических систем, но, безусловно, они содержат все основные функции получения высококачественных карт и планов. Сама концепция ГИС обладает обширными возможностями для сбора, интеграции и анализа данных, распределенных в пространстве или связанных с определенным местоположением.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. [Электронный ресурс ]: <https://masters.donntu.org/2014/igg/ulshina/library/article3.htm>
2. [Электронный ресурс ]: [http://terrikon.donbass.name/ter\\_s/566-rol-terrikonov-v-ekologii.html](http://terrikon.donbass.name/ter_s/566-rol-terrikonov-v-ekologii.html)
3. [Электронный ресурс ]: [https://zen.yandex.ru/media/dnr\\_live/chem-opasny-terrikony-i-chto-s-nimi-delat-5bc8674cd8a43e00a9acff8a](https://zen.yandex.ru/media/dnr_live/chem-opasny-terrikony-i-chto-s-nimi-delat-5bc8674cd8a43e00a9acff8a)
4. Черемисина, Е. Н. Никитин, А. А. Геоинформационные системы в природопользовании [Электронный ресурс] - [http://www.geosys.ru/images/articles/Cheremicina\\_Nikitin\\_3\\_2006.pdf](http://www.geosys.ru/images/articles/Cheremicina_Nikitin_3_2006.pdf)

## ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ БУТЫЛОК ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТОВОГО ПЛАСТИКА

Тюрин М. Д., магистрант, Сердюк А. И., д.х.н., профессор  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

В настоящее время основная масса товаров народного потребления и продуктов питания в ДНР продаются в полимерной упаковке, которая затем идет в отходы. Бытовые полимерные отходы (БПО), в особенности бутылки из полиэтилентерефталатового пластика (ПЭТ), крайне длительно разлагаясь в естественных природных условиях (более 300 лет), существенно загрязняют окружающую среду обитания человека.

Установлено, что сортировка мусора на полигоне не позволяет обеспечить подготовку сырья ПЭТ высокого качества - оно оказывается очень грязным. Перед утилизацией такое сырье необходимо предварительно мыть даже в нескольких водах. На это требуются значительные ресурсы, и, как правило, питьевая вода, которая является дефицитом в ДНР. Для качественной отмывки БПО необходимо применять также моющие средства и специальное моечное оборудование. Так, на каждый килограмм сырья потребуется израсходовать около 4-х литров воды, которую придётся очищать. Кроме того, извлечь из бытового мусора 100% пластика и направить его на механическую переработку нет никакой возможности. Это касается, в основном, плёночного полиэтилена: упаковочных пакетов и мешков для мусора, сильно загрязнённых бутылок, банок, канистр и т.п., поэтому этот плохо разлагающийся продукт будет, все же, попадать на городские полигоны ТБО. Такой сильно загрязнённый пластик должен подвергаться утилизации непосредственно на городском полигоне отходов методом сухого пиролиза, с получением, при этом, жидкого топлива, вазелино - и битумосодержащих компонентов, используемых для производства, например, кабельной продукции, а также в строительной индустрии [1].

Реактор для пиролиза ПЭТ представляет собой достаточно сложное и дорогое сооружение [2], поэтому снабдить такими реакторами все городские или даже районные полигоны отходов в ДНР не представляется возможным. Авторы считают, что для пиролиза «грязных» ПЭТ необходимо строить мобильные реакторы, на средства нескольких рядом расположенных городских предприятий.

Подготовка бутылок из ПЭТ пластика для переработки заключается в сортировке, удалении пробок, этикеток, посторонних загрязнений. Далее материал измельчают на ножевой дробилке до частиц размером 3-10 мм, а затем промывают водой или раствором каустической соды и высушивают при температуре не выше 130°C до остаточной влажности 0,02-0,05%. Промывочную воду фильтруют и снова вводят в цикл. Высушенный материал перерабатывают на литьевых машинах (экструдерах) при температуре 260-290°C. В процессе переработки потребляется довольно много электроэнергии: примерно, 1 кВт/час на каждый килограмм выходного продукта. Стоимость подобной высокопроизводительной линии для переработки БПО составляет 300-400 тысяч долларов США. Оценивая стоимость процесса по стадиям [3], можно увидеть следующее:

- стоимость стадии промывки - 0,2 доллара за 1 кг ПЭТ-отходов;
- сушка - 0,2 доллара за 1 кг отходов;
- экструдирование и формование - 0,2 доллара за 1 кг отходов.

Итого стоимость переработки бутылок-ПЭТ без стоимости сырья и его сортировки - 0,6 доллара за килограмм. Цена же ПЭТ-флекса (разобранные по цвету и измельченные ПЭТ-бутылки с удалёнными пробками и этикетками) колеблется в различных странах от 0,3 до 0,5 доллара за килограмм отходов.

Реактор для переработки ПЭТ [3] работает следующим образом. Бутылки загружают в бункер и вертикальным питателем проталкивают в подогреватель, где

происходит их предварительный подогрев сгоревшими пиролизными газами до пластического состояния и образования пробки - газового затвора. Из горловины пластиковая масса проталкивается внутрь горизонтальной части реактора с температурой пиролиза. Дальнейший нагрев массы снижает вязкость до образования вязко-текучего состояния. Реактор представляет собой туннельную печь со слегка вогнутой подовой частью, которая выполнена из коррозионноустойчивой стали. С наружной стороны реактор термоизолирован каолиновыми матами. Горизонтальная часть реактора располагается внутри топочного пространства, в котором производится сжигание пиролизного газа, поступающего через горелки. Избыток газообразных продуктов пиролиза может отводиться по газопроводу на холодильник для получения жидких продуктов бензиново-керосинового типа. Углеродный остаток, количество которого определяется степенью загрязнённости отходов, собирается в специальном контейнере. При пиролизе выделяется в большом количестве газообразная фракция, поэтому через газопровод, связывающий реактор с холодильником, за счет его частичного открывания можно регулировать вязкость углеродсодержащей массы, поступающей в контейнер.

Углеродсодержащая масса, полученная при переработке бутылок из ПЭТ, может использоваться при последующем перемешивании с песком и мелким щебнем для производства строительных материалов: строительного кирпича или тротуарной плитки.

Необходимо также рассмотреть технологии очистки сточных вод от ПАВ, которые используются для отмычки ПЭТ от загрязнений. Современные способы очистки воды от синтетических ПАВ мало эффективны, к тому же требуют больших затрат энергии. Вот несколько основных вариантов очистки сточных вод от ПАВ:

1. Выпаривание. Данный способ удаления может применяться только при относительно небольшой концентрации ПАВ. Как правило, он применяется как последняя ступень, но только после того, как будет проведено предварительное концентрирование.

2. Озонирование. Этот вариант очистки более эффективный, но в то же время требует больших материальных расходов.

3. Химическое осаждение. В зависимости от природы ПАВ подбирают реагенты, образующие нерастворимые соединения с детергентами, после чего они объединяются в крупные агрегаты, которые осаждаются на дно емкости и отделяются от основной массы очищенной воды.

4. Мембранные технологии. Найдено несколько видов мембран— неионогенных, катионных, анионных — пригодных для очистки, концентрирования и фильтрации неионогенных, катионоактивных и анионоактивных синтетических ПАВ в воде. Но, если правильно подобрать оптимальную скорость фильтрования, то можно существенно продлить срок эксплуатации мембранного оборудования. Как правило, срок эксплуатации мембран при постоянном использовании составляет около одного года, при условии химической чистки мембран один раз в три месяца.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Мюллер, К. Бутылка из бутылки / К. Мюллер, Ф Велес. // Интернет-журнал «Твердые бытовые отходы». - № 8. – 2006.

2. Разработка технологии и оборудования для пиролиза экологически опасных отходов / В.В. Калужный, А.И. Сердюк, В.А. Кравец, Е.В. Лысенко и др. // Отчет по НИР № 190-ГБ, ГР № 0110U000108. - Алчевск: ДонГТУ, 2011. - 98 с.

3. Патент на корисну модель UA 22609, МПК (2006) C10G 9/28. Пристрій для піролізу пластикових відходів / Заблудський М.М., Калужний В.В., Кононов Ю.О., Окалелов В.М.; Заявник та патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. - Надруковано. 25.04.2007, Бюл. № 5.

4. Резников, Ю.Н. Шахтные и карьерные воды. Кондиционирование, использование, обессоливание и комплексная переработка / Ю.Н. Резников, В.Г. Львов, В.В. Кульченко. - Донецк: Каштан, 2003. - 242с.

## ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЙ ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Писаренко А.В. к.т.н., доцент, Левченко Л.Г. старший преподаватель,  
Череватова А.Ю. студент, Терехов К.В. студент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

На сегодняшний день трубопроводный транспорт является основным видом доставки нефти и газа на суше, под водой и землей от мест добычи до потребителя [1]. Также, следует отметить, что только в Российской Федерации функционируют около 40 крупных нефтеперерабатывающих заводов с миллионным тоннажем переработки нефтепродуктов. Надежная, безопасная и эффективная эксплуатация трубопроводного транспорта является важным условием обеспечения не только стабильности и устойчивости работы отдельных регионов, но и экономики многих стран. Кроме этого в некоторых регионах возникают опасности при транспортировке такого безопасного продукта, как вода. Большинство ныне эксплуатирующихся нефтеперерабатывающих заводов было введено в эксплуатацию в период с конца 1940-х до середины 1960-х гг. и не отвечает современным экологическим требованиям.

За время эксплуатации трубопроводный транспорт подвергается значительным внешним и внутренним нагрузкам, сопутствующим транспортировке продукта, вследствие чего могут возникнуть аварийные ситуации, которые влекут за собой выброс загрязняющих веществ в окружающую среду, наносят экономический ущерб. Ниже на блок схеме представлена классификация трубопроводов по основным характеристикам (рис.1).



Рисунок 1 - Классификация трубопроводов

В связи с вышесказанным аварийность трубопроводного транспорта возрастает с каждым годом. Полностью исключить возможность возникновения аварий на любых производственных предприятиях нельзя. Минимизация экологических последствий является первостепенной задачей экологической безопасности и ресурсосбережения трубопроводного транспорта. Крайне важно выявить и исследовать наиболее значимые факторы, которые могут привести к аварийным ситуациям и применять на практике меры для обеспечения безопасности, основные из них приведены на рис. 2 [2].

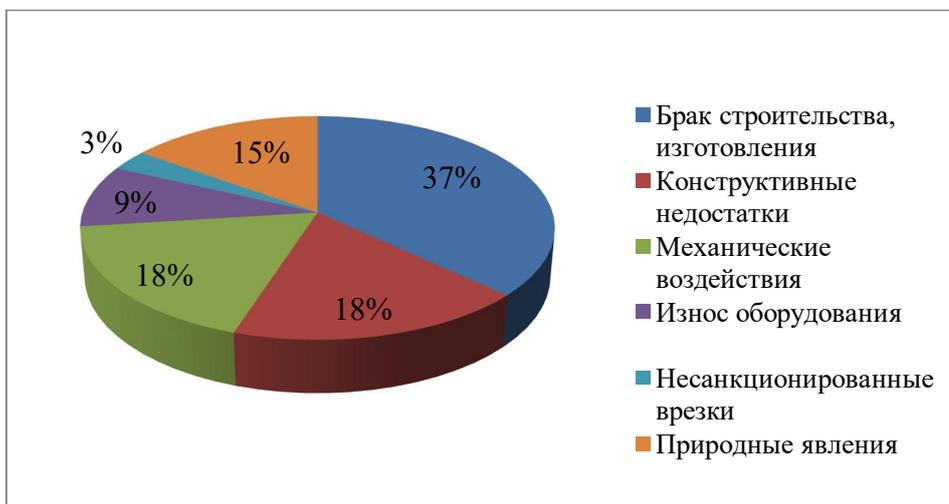


Рисунок 2 - Возможные аварии на трубопроводах

К потенциальным источникам загрязнения компонентов окружающей среды в зонах влияния нефте- и нефтехимических заводов относятся выбросы загрязняющих веществ, производственные сточные воды, пруды-накопители сточных вод, шламоотстойники, места хранения отходов, а также многолетние скопления нефти и нефтепродуктов, образовавшиеся в результате эксплуатационных и аварийных утечек и проливов в почву.

Выбросы вредных веществ способствуют загрязнению атмосферного воздуха и территорий, окружающих заводы, на всех этапах технологического процесса переработки нефти. Источники выбросов таких предприятий можно разделить на организованные (трубы, факельные установки, предохранительные клапаны и т.д.) и неорганизованные (испарения из резервуаров, газовыделения через неплотности оборудования, открытые поверхности сооружений по очистке сточных вод и т.д.) [3].

В связи с этим решение проблемы повышения безопасности эксплуатации нефтепроводного транспорта является важной и актуальной задачей. В настоящее время к наиболее распространённым методам повышения эксплуатационной надёжности ПТ, а следовательно защиты окружающей среды можно отнести:

- 1) применение труб с внутренним защитным покрытием или применение труб коррозионностойкого состава (композитные трубы);
- 2) ингибирование трубопровода;
- 3) проведение профилактики, в виде внутритрубной очистки.
- 4) обработка околотрубопроводного пространства защитными химическими средствами.

Грунт вокруг нефтепроводов и нефтеперерабатывающих заводов концентрирует в первую очередь нефтепродукты. По данным Н. М. Цуниной [4], в почвах городских территорий содержание нефтепродуктов достигает 200 мг/кг при рекомендуемых Министерством природных ресурсов временных нормативах 15 мг/кг.

Ключевым вопросом в обеспечении экологической безопасности является повышение надёжности и безаварийности работы магистрального нефтепровода, однако, на сто процентов этого достичь нельзя, поэтому целесообразно целенаправленно проводить работу по минимизации экологических последствий при аварийных разливах нефти [5].

Одна из основных задач современного природопользования и экологической безопасности заключается в недопущении распространения и загрязнения грунта нефтепродуктами.

На основании выше изложенного материала можно сделать заключение, что для обеспечения нормальной эксплуатации трубопроводов необходим целый комплекс научно-технического и аппаратно-программного обеспечения. В настоящее время

является целесообразным применение дорогостоящих технологий по проведению внутритрубной диагностики, которая дает точные данные о технической состоянии подземных трубопроводов. Соблюдение и выполнение всех вышеуказанных пунктов позволит сэкономить капитальные затраты на локализацию, ликвидацию и ремонт аварий, которые могут произойти на магистральных нефтепроводах. Следует отметить, что проблема, заключающаяся в экологически чистом способе защиты грунта от нефтепродуктов очень актуальна, особенно на территории СНГ, где преобладают слабые грунты, что ведет к большому количеству возникновения аварийных ситуаций.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Трубопроводный транспорт нефти / под ред. С.М. Вайнштока. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 621 с.
2. Чухаренов, Н.Р. Анализ развития аварийных ситуаций при строительстве и эксплуатации трубопроводных систем в условиях Западной Сибири [Текст] / Н.Р. Чухаренов, Р.В. Савинский, О.Л. Блохина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. - № 12.
3. Нефть и здоровье / под ред. Л. М. Карамовой. – Уфа: УфНИИ МТ и ЭЧ, 1993. – Т. 1. – 408 с.
4. Цунина, Н. М. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды территориально-промышленного комплекса / Н. М. Цунина // Гигиена и санитария. – 2002. – № 4. – С. 15–17.
5. Липский, В.К. Система защиты водных объектов от загрязнения при авариях на магистральных нефтепроводах Беларуси / В.К. Липский // Вестн. Полоц. гос. унта. Сер. В. Прикладные науки. – 2002. – Т. 1, № 2. – С. 3 – 16.

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Шафоростова М.Н., к.н.гос.упр., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Химико-фармацевтическая отрасль занимает особое место в мировой экономике, так как является самой высокотехнологической индустрией по объему абсолютных и относительных затрат на научно-исследовательскую деятельность (НИОКР) – порядка 160 млрд. долл. или 14,4% от общего объема таких затрат (2014 год). Для сравнения, затраты на НИОКР при производстве IT-оборудования составляют 8%, софта и IT-услуг – 10,1%, медицинское оборудование – 3,8%, химическая отрасль – 2,6% [1].

Фармацевтика и биотехнологии — наиболее крупный сегмент рынка здравоохранения, на него приходится 70% рыночных продаж и свыше 1 трлн. долл. В XXI веке фармацевтический рынок вступил в новую фазу своего развития. Если в предыдущие два десятилетия двузначные темпы роста рынка являлись нормой, то уже в 2000-е годы темпы роста стали постепенно сокращаться. По данным IMS, в период с 2003 по 2009 годы ежегодные темпы роста находились в пределах 7%. Начиная с 2010 г. рост рынка резко замедлился и средние темпы находятся в пределах 2-5% в год. По прогнозу Frost & Sullivan мировой рынок фармацевтики и биотехнологий ежегодно будет расти в среднем на 4,6%, а к 2025 году его объемы составят 1,7 трлн. долл. [1].

На рынке Европы Россия занимает пятое место по объему продаж фармацевтической продукции (по данным EFPIA за 2014 год), уступая только Германии, Франции, Италии и Великобритании.

Постоянно высокий спрос на продукцию химико-фармацевтического сектора экономики обусловлен ростом населения, проблемой демографического старения (повышение количества заболеваний старости), повышением качества диагностики заболеваний и в последнее время значительными темпами распространений вирусных заболеваний.

Всемирная пандемия вируса COVID-19 оказала огромное влияние на компании во многих отраслях. Тем не менее, доход фармацевтической отрасли в 2020 году снизился лишь незначительно по сравнению с предыдущим годом. При этом в 2021 году прогнозировалось увеличение стоимости продаж безрецептурных лекарственных препаратов выше значения, достигнутого в 2019 году.

Главной особенностью химико-фармацевтического производства можно считать ориентацию на широкую аудиторию потребителей и постоянный спрос на товар фармацевтического производства, которые можно регулировать с помощью быстрых изменений ассортимента продукции и ценовой политики на нее. В тоже время данная сфера является одной из наиболее социально значимых отраслей, так как обеспечивает доступ к современным лекарственным препаратам и поддерживает развитие системы общественного здравоохранения.

Принимая во внимание тот факт, что развитие человеческого капитала является приоритетной задачей государственной стратегии управления в развитых странах мира, то одной из основных статей бюджетных расходов является здравоохранение. Расходы на здравоохранение составляют около 10% мирового ВВП. Поэтому фармацевтика и биотехнологии являются привлекательными направлениями для инвестиций.

Импортозамещение в фармацевтической промышленности Российской Федерации является одним из ключевых стратегических приоритетов. Так, например, Минпромторг РФ за пять лет заключил 132 государственных контракта на разработку технологий и организацию производства лекарств, включенных в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов, на их реализацию было направлено 4,5 млрд.

руб. средств федерального бюджета и 8,2 млрд. частных инвестиций. Происходит локализация иностранных фармпроизводителей, которой способствует региональная кластерная политика. В настоящее время в России сформировано порядка 10 фармацевтических кластеров. В той или иной форме локализовались, в том числе в рамках кластеров, такие мировые лидеры, как Novartis, Pfizer, Teva, AstraZeneca, Novo Nordisk, Sanofi и др.

Быстрое развитие фармацевтической отрасли, в том числе и переход от производств по расфасовке готовых лекарственных форм к развитию производств полного цикла, переход от малотоннажного производства к средне- и крупнотоннажному производству, создание фармацевтических кластеров с размещением ряда современных фармацевтических производств различного профиля на одной промышленной площадке, локализация производства делают весьма острой проблему воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Производство лекарственных средств не должно входить в противоречие с обеспечением техноферной безопасности, в том числе и экологической.

В основе технологии химико-фармацевтического производства лежат процессы тонкого органического синтеза с применением твердого, жидкого и газообразного видов сырья. К примеру, во время разработки десяти биологически активных веществ в лабораториях используют до десяти тысяч потенциально токсичных материалов. Часть сырья по окончании синтеза переходит в отходы производства вместе с частью продукции побочных химических реакций. Это связано с тем, что для проведения большинства химических процессов необходимо брать компоненты с избытком. Например, на каждые 100 кг суппозиторий в среднем остается 1,17 кг активного вещества, не подлежащего к дальнейшему использованию. Также образуется около 1,3 кг отходов от упаковки и 1,4 кг вспомогательных материалов для санитарно-гигиенической подготовки производства. Кроме того, многие виды сырья (растворители, щелочи, кислоты) не сходят в состав получаемых соединений, а применяются в качестве сопутствующих компонентов.

По данным ВООЗ около 80% медицинских отходов составляют эпидемиологически безопасные отходы, близкие по составу к обычным твердым бытовым отходам – те, что обозначены в СанПиН 2.1.7.2790-10 как класс А, инфицированные отходы (класс Б и В) составляют 15%, оставшиеся 5% – это острые предметы (1%), химические и фармацевтические отходы (3%) и так называемые специальные, которые включают цитостатики, радиоактивные вещества, изъятые из пользования ртутные термометры, элементы электропитания и т.д. (1 %) [1]

Ранее правовые основы обращения с отходами производства и потребления, в том числе медицинскими, были определены Федеральным законом РФ от 04.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Однако принятый Федеральный закон № 309 от 30.12.2008 вывел из сферы влияния Федерального закона № 89-ФЗ медицинские, биологические и радиоактивные отходы, что и привело, в конечном счёте, к тому, что медицинские отходы оказались вне поля государственного регулирования по безопасному их обращению.

Рассматривая вопрос об обращении отходов производства лекарственных средств, следует отметить, что закон об обращении лекарственных средств не содержит такого термина, как фармацевтические отходы. Основания и порядок уничтожения лекарственных средств и общие требования к их уничтожению в основном определены законом «Об охране окружающей среды», а для наркотических, психотропных и радиофармацевтических препаратов – законом «О наркотических средствах и психотропных веществах», «Правила уничтожения недоброкачественных, фальсифицированных лекарственных средств и контрафактных лекарственных средств».

В результате деятельности фармацевтических предприятий образуются отходы разных классов опасности – от «А» до «Д»:

- жидкие и твердые препараты с истекшим сроком годности;

- не востребуемые лекарства;
- сырье, не подходящее для дальнейшего использования;
- побочные продукты производства;
- инструменты;
- испорченные и неправильно упакованные товары;
- флаконы, ампулы, блистеры и др.

В состав фармацевтических отходов входят биоактивные химические вещества, способные оказать негативное влияние на почву, воду, воздух, живые организмы. При случайном взаимодействии они могут вступить в неконтролируемую реакцию и дать неожиданный результат.

В настоящее время лекарственные препараты и их метаболиты были обнаружены в сточных и грунтовых водах, в почве, растениях и тканях животных. Это происходит различными путями. Фармацевтические препараты с истекшим сроком годности или те, которые использованы не полностью, могут попадать вместе с химическими препаратами на свалки. Выводимые из организма человека медикаменты попадают в сточные воды, а затем на очистные сооружения, которые не могут удалять некоторые метаболиты фармацевтических средств. Даже низкая концентрация лекарственных компонентов и их метаболитов может накапливаться в организме, в том числе и в тканях животных. В сточных водах наблюдается уменьшение числа бактерий с изменениями численности популяций микроорганизмов. Некоторые препараты нарушают метаболизм водорослей, влияя на экосистему океана.

Даже в составе питьевой воду учеными обнаружены антибиотики, психотропные и противозачаточные препараты, которые оказывают влияние на рыбные ресурсы, которые превращают рыб-самцов в самок, снижают репродуктивную способность, что, в конечном итоге, снижает численность популяций в природе, а в экономике приводит к упущенной выгоде.

Экспериментальные исследования показали, что смесь медицинских препаратов и химических микроэлементов действуют синергически, то есть каждый в отдельности может не оказывать воздействия, а их сочетание имеет негативное влияние и может вызвать смерть популяции.

Большой проблемой сегодня становится утилизация лекарств с истекшим сроком годности и фальсифицированных препаратов. Население, а иногда и медицинские организации выбрасывают непригодные медицинские препараты в придомовые мусорные контейнеры.

Система сбора, удаления, переработки и обезвреживания медицинских отходов в РФ в настоящее время несовершенна. Из-за отсутствия нормативно-правовой базы не решён вопрос уничтожения лекарственных средств, не разрешённых к применению или с просроченным сроком действия, а также конфискованных таможней и фальсифицированных. Система управления обращением с отходами требует постоянного совершенствования и разработки проектов новых технологических схем и технологий.

Сравнительный анализ различных современных технологий, применяемых для обезвреживания медицинских отходов, включая результаты испытаний по оценке эпидемиологической эффективности и экологической безопасности, показал, что не существует «идеальной» технологии обеззараживания медицинских отходов. При обеспечении полного обеззараживания отходов в условиях одинаковых минимальных выбросов летучих компонентов в воздух рабочей зоны и атмосферу выбор оборудования осуществляется по критерию экономической эффективности.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Тренды фармацевтического рынка-2020 [Электронный ресурс] // <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/life-sciences-health-care/russian/russian-pharmaceutical-market-trends-2020.pdf>

## ОЦЕНКА УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНЕ

Юрьев С.О., студент, Козырь Д. А., к.т.н., Макеева Д. А., к.т.н.  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В настоящее время в Донецкой Народной Республике осуществляется совершенствование законодательства в сфере экологической политики и природных ресурсов. В рамках гармонизации с законодательством РФ происходят некоторые изменения существующих законов и есть реальная перспектива принятия новых, необходимых для развития Республики.

Проблема накопления твёрдых бытовых отходов в настоящее время является актуальной для всего мира. Вопросы обращения с ТБО разрабатываются специалистами различных направлений и сфер науки и техники. Решения в данной области призваны снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду и повысить уровень экологической безопасности.

Отсутствие отдельного сбора ТБО в Донецкой Народной Республике приводит к накоплению на полигонах токсичных веществ вследствие химических процессов в теле полигона ТБО и инфильтрации осадков.

В работе рассмотрена глобальная проблема обращения с твердыми бытовыми отходами. Рассчитана величина экологического риска и показатель химического загрязнения почв при эксплуатации полигона твердых бытовых отходов. Проведена оценка ущерба окружающей среде при складировании отходов на полигоне.

Согласно данным Главного управления статистики ДНР большая часть отходов в 2017 году была размещена в специально отведённых местах и объектах (84,41 %), утилизировано, обработано или переработано 15,57 % и незначительная часть отходов (0,02 %) была сожжена или обезврежена.

Всего за 2017 год в ДНР образовалось 9,6 т отходов I класса опасности, 0,4 тыс. т отходов II класса опасности, 1,1 тыс. т отходов III класса опасности и 6 189,9 тыс. т отходов IV класса опасности.

Согласно данным Главного управления статистики ДНР по состоянию на 2017 год на территории Республики располагалось 128 специально отведённых мест и объектов размещения отходов. Их степень заполнения на этот же год составляла 77,73 %. На город Донецк в 2017 году пришлось 17,87 % объёма образовавшихся отходов IV класса опасности.

Одним из полигонов хранения ТБО в ДНР является полигон в г. Амвросиевка. Оценим влияние полигона твёрдых бытовых отходов на состояние почв.

На территории санитарно-защитной зоны полигона ТБО в г. Амвросиевка (500 м) был проведён отбор проб почвы. При этом при отборе проб почвы с площадки - 150 м на север от дороги вдоль полигона ТБО были выявлены превышения нормативов ПДК по токсичному веществу свинец 41,1 мг/кг ( $ПДК_{\text{свинец}} = 32,0$  мг/кг) и по веществу цинк – 146 мг/кг ( $ПДК_{\text{цинк}} = 100$  мг/кг).

В данных исследованиях была произведена оценка химического загрязнения почв по суммарному показателю химического загрязнения ( $Z_c$ ):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_i - (n - 1), \quad (1)$$

где  $n$  — число определяемых компонентов;

$K_i$  — коэффициент концентрации  $i$ -го загрязняющего компонента, равный кратности превышения содержания данного компонента над его предельно-допустимой концентрацией в почве.

$$K_{\text{свинец}} = 41,1 / 32 = 1,28$$

$$K_{\text{цинк}} = 146 / 100 = 1,46$$

$$Z_c = 1,28 + 1,46 - (2-1) = 1,74$$

Так как суммарный показатель химического загрязнения ( $Z_c$ ) составляет менее 16, то загрязнение почвы свинцом и цинком будут приводить к наиболее низкому уровню заболеваемости населения.

Для количественной оценки степени опасности для почвы в результате химического загрязнения свинцом и цинком используем понятие риска ( $R$ ), определяемого как произведение вероятности ( $P$ ) неблагоприятного события и ожидаемого ущерба ( $U$ ) в результате этого события:

$$R = P \times U. \quad (2)$$

При оценке  $R$  учитываются свинец и цинк, так как по этим веществам превышено значение санитарно-гигиенического норматива, т.е. вероятность неблагоприятного события в данном случае была равна 1.

Вред, причинённый почвам как объекту охраны окружающей среды в результате химического загрязнения, определялся по формуле:

$$УЩ_{\text{загр}} = СХЗ \times S \times K_r \times K_{\text{исх}} \times T_x, \quad (3)$$

где  $СХЗ$  — степень химического загрязнения, которая определяется как отношение фактического содержания  $i$ -го химического вещества в почве ( $X_i$ ) к нормативу качества окружающей среды для почв ( $X_n$ ). При значении ( $C$ ) менее 5  $СХЗ$  принимается равным 1,5;

$S = 1500 \text{ м}^2$  — площадь загрязнённого участка (площадь ориентировочной СЗЗ);

$K_r = 1$  — показатель, зависящий от глубины химического загрязнения почв (20 см);

$K_{\text{исх}} = 1$  — показатель, зависящий от категории земель и их целевого назначения;

$T_x = 600 \text{ (руб./м}^2\text{)}$  — плата для исчисления размера вреда, причинённого почвам, (степная зона).

$$УЩ_{\text{загр}} = 1,5 \times 1500 \times 1 \times 1 \times 600 = 1\,350\,000 \text{ руб.},$$

Сбор смешанных ТБО на полигонах может привести к загрязнению почв свинцом и цинком, при этом величина экологического риска составит 1,350 млн руб.

Известно, что влажные отходы, образованные в г. Донецк, составляют 42 % от общего количества отходов, что составляет 673504,61 т. Сухие вторичные ресурсы (отходы бумаги, картона, пластмасс, стекла и металла) составляют 25,9 %, или 286 560,18 тонн.

Рассчитаем сумму налога, взимаемого за размещение сухих вторичных отходов в г. Донецке.

Суммы налога, взимаемого за размещение отходов ( $\Pi_{\text{отх.}}$ ), исчисляются плательщиками самостоятельно ежемесячно исходя из фактических объёмов размещения отходов, ставок налога и корректирующих коэффициентов по формуле:

$$\Pi_{\text{отх.}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{ои}} \cdot N_{\text{пи}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{атм}} \cdot K_{\text{нм}}), \text{ руб.} \quad (4)$$

где  $M_{\text{ои}}$  — объём отходов  $i$ -того вида в тоннах, т;

$N_{\text{пи}}$  — ставки налога в текущем году за тонну  $i$ -того вида отходов, руб./т;

$K_{\text{т}}$  — корректирующий коэффициент, учитывающий расположение места размещения отходов;

$K_{атм}$  — корректирующий коэффициент, применяемый в случае размещения отходов в специально отведённых местах или объектах, которые не обеспечивают полного исключения загрязнения окружающей среды;

$K_{нм}$  — корректирующий коэффициент, применяемый в случае размещения отходов в несанкционированных местах.

В соответствии с законом «О налоговой системе» плата за отходы IV класса опасности (малоопасные) составляет 6,00 рублей за тонну.

Расчёт суммы налога, взимаемого за размещение сухих вторичных отходов в г. Донецке:

$$P_{отх.} = (286560,18 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 1) = 8\,596,805 \text{ тыс. руб.}$$

Сухие вторичные ресурсы могут быть приняты в пункты приёма вторичного сырья. Стоимость тонны бумаги на предприятиях ДНР составляет 3000 руб./тонну, пластика – 10000 руб./тонну, стеклобоя – 500 руб./тонну и металла – 7566 руб./тонну (табл. 1).

Таблица 1 – Расчёт стоимости вторичных материальных ресурсов

Наименование отхода	Стоимость вторичных ресурсов в пунктах приёма, руб./т	Количество отходов, образованных за 2017 год	Стоимость вторичных материальных ресурсов, руб.
Бумага	3000	18 626,41	55 879 234,66
Пластмасса	10000	28 656,02	286 560 177,76
Стекло	500	19 772,65	9 886 326,13
Металл	7566	7 164,00	54 202 857,62

Сбор смешанных ТБО на полигонах может привести к загрязнению почв свинцом и цинком, при этом величина экологического риска составит 1,350 млн руб. Суммарный показатель химического загрязнения полигоном ТБО почв на границе СЗЗ составляет менее 16, загрязнение почвы свинцом и цинком будут приводить к наиболее низкому уровню заболеваемости населения.

Таким образом при полной утилизации отходов бумаги, пластмассы, стекла и металла в г. Донецке прибыль составила бы 406 528 596,18 руб. При отсутствии размещения данных отходов на полигоне, предотвращённый ущерб окружающей среде составил бы 8 596 805,40 руб.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Березюк, С. В. Современное состояние и проблемы обращения с бытовыми отходами в Украине. Современные проблемы обеспечения национальной, энергетической и экономической безопасности / С. В. Березюк // URL: <https://www.sworld.com.ua/simpoz4/15.pdf> (дата обращения 25.10.2021).

2. Методика исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту охраны окружающей среды. Утверждена Приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г.

3. Сайт Народного Совета ДНР: <https://dnrsovet.su/v-profilnom-komitete-obsudili-voprosy-sovershenstvovaniya-zakonodatelstva-dnr-v-sfere-ekologicheskoy-politiki-i-prirodnih-resursov/>

# ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ ДОЛОМИТА НА СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Ярчак А.П., студент, Мачикина Д.В., ассистент  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Современные экологические проблемы являются последствиями интенсификации хозяйственной деятельности человека в результате НТР. Практически любая сфера антропогенной деятельности негативно влияет на состояние окружающей среды. Значительный вклад в ухудшение экологического состояния природных компонентов оказывает горнодобывающая промышленность. Среди основных изменений, вносимых в окружающую среду горными работами можно выделить следующие: изменение рельефа местности, механическое нарушение почвенного покрова, загрязнение воздуха взвешенными веществами (в т.ч. мелкодисперсной пылью), нарушение водного режима территорий. Причём наибольшее негативное влияние оказывают открытые горные работы, изменяющие естественный круговорот веществ и энергий, в природных экосистемах, влияющих на структуру и продуктивность биосистем [1]. Площадь земель, нарушенных горными работами, ежегодно увеличивается, в том числе это актуально и для ДНР. В частности, на территории г. Докучаевск, площадью 11895 га., 28% от общей площади или 98% промышленных земель занимают земли Докучаевского флюсо-доломитного комбината. Основное направление деятельности ДФДК - производство доломита обожженного металлургического, флюсов и огнеупоров для металлургической промышленности, в том числе известняков флюсовых для доменного производства, а также камня известнякового для сахарной промышленности, материала щебёночного и песчаного для дорожного строительства. Производство включает в себя добычу сырья в карьерах, обжиг доломита во вращающихся печах обжига, переработку и обогащение известняков и доломитов на дробильно-обогажительных фабриках и циклично-поточной линии. На комбинате имеется ряд вспомогательных производств, обеспечивающих основные технологические процессы, а также объекты транспорта, электроснабжения, теплоснабжения, связи [2]. В результате деятельности Докучаевского ДФДК, наряду с другими загрязняющими веществами в воздух поступает мелкодисперсная пыль доломита.

К мелкодисперсной пыли (пыли доломита) относится пыль диаметром частиц не более 10 мкм. Доломит представляет собой соединения карбоната магния и кальция. Формула доломита —  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . Реальный состав практически полностью соответствует теоретическому - как правило, в нём около 45 %  $\text{CO}_2$ , 30 %  $\text{CaO}$  и 20 %  $\text{MgO}$ . Также в доломите могут присутствовать примеси железа, калия и других металлов. Мелкодисперсная пыль доломита, образуемая при горных работах, отрицательно воздействует на почвенный покров и на биологическое разнообразие флоры прилегающих территорий. Пыль доломита оказывает механическое, физическое и химическое воздействие на почву, которое проявляется изменением химического состава почв, угнетением микрофлоры, а, следовательно, негативным влиянием на разнообразные компоненты растительных сообществ, приводя к ухудшению их роста, возникновению морфологических изменений, исчезновению неустойчивых видов и изменению естественного биологического разнообразия. С одной стороны, пыль доломита, имея в своём составе оксиды кальция, уменьшает кислотность почвы и количество подвижного алюминия, улучшает микробиологическую деятельность в почве (в т.ч. аммонификацию и нитрификацию), повышает степень насыщенности почв основаниями и буферность почв [3].

За период с 2016 г. по 2020 г. наблюдается увеличение объёмов производства известняка, флюса известнякового и другого камня, для изготовления извести и цемента более чем в 3 раза (с 46,9 тыс. т в 2016 до 171 тыс. т в 2020 г.). Несмотря на тенденцию к

увеличению объёмов выпускаемой продукции, на сегодняшний день Докучаевский ДФДК производит менее 1/3 от объёмов производства продукции за 2005 г. Вследствие чего объёмы выбросов пыли (взвешенных частиц) сократились более чем на 369 тыс. т (что составляет 66,59 %).

Факторы, определяющие степень негативного воздействия мелкодисперсной пыли доломита указаны в табл. 1.

Таблица 1 - Факторы определяющие степень негативного воздействия мелкодисперсной пыли доломитов и известняков

Физико-химические характеристики пыли доломита	Физико-химические характеристики почвенного покрова околокарьерного пространства
Размер частиц известняковой пыли (дисперсность)	Гранулометрический и минеральный состав
Химический состав и влажность известняковой пыли	Содержание гумуса
Скорость оседания части и их способность образовывать воздухопроницаемые корки	Кислотность, влажность, содержание физической глины
Время удержания мелкодисперсных пылевых частиц известняка	

Также, при анализе факторов, влияющих на степень негативного воздействия необходимо учитывать физические свойства окружающей среды (скорость ветра, влажность и температура воздуха и т.д.).

Негативное воздействие пыли доломита зависит от величины удельного пылевыделения (суммарное содержание частиц размером до 70 мкм способных длительное время находиться в воздухе). Данные о продолжительности осаждения в спокойном воздухе частиц пыли, находящихся на расстоянии 1 м от почвы, приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2 - Продолжительности осаждения в воздухе частиц пыли различного диаметра

Диаметр частиц, мкм	100	10	5	0,5	0,2
Продолжительность осаждения пыли	1,3 сек	2,2 мин	9 мин	3 ч	46 ч

Основным источником выброса в атмосферу околокарьерной доломитовой пыли и газов является производство массового взрыва [3]. Большая часть пыли осаждаётся в карьере. Оставшееся пылегазовое облако, содержащее самые мелкие частицы, попав в зону прямого атмосферного воздуха, переносится на значительные расстояния от карьера. Выделившаяся пыль, выпадая, оседает на уступах, на площадях около разреза (карьера), являясь в дальнейшем источником пылевыделения, а также при атмосферных осадках образует так называемые дождевые сточные воды [3].

Существует ряд исследований [4,5,6], подтверждающих повышение значений водородного показателя (изменения значений рН почвы ближе к щелочной среде), вследствие взаимодействия пыли доломита (известняковой пыли) с атмосферными осадками и, непосредственно, почвенным покровом.

Данные изменение рН среды в разрезе почвенного слоя на различном расстоянии от карьера представлены в таблице 3. Причиной щелочной среды верхних слоёв - контакт почвенного покрова с пылью доломита и атмосферными осадками, содержащими её в растворённом виде. По мере удаления от карьера и увеличения глубины производимых измерений, рН почвы стабилизируется (ближе к нейтральным значениям).

Таблица 3 - Изменение рН среды в разрезе почвенного слоя

№ п/п	Расстояние от источника, м	рН на глубине 5 см	рН на глубине 10 см	рН на глубине 15 см
1	100	8,77	7,76	7,46
2	200	8,13	7,52	7,40
3	300	7,88	7,19	7,12
4	500	7,46	7,04	7,01

Водородный показатель почвы имеет важное значение для биологического разнообразия флоры околокарьерного пространства. Таким образом, для почв со значениями рН близкими к щелочным характерно произрастание травянистых растений (базиофилов) и практически полное отсутствие древесных культур.

Поступая в почвенный покров, мелкодисперсная пыль доломита и известняка, нейтрализует угольную и азотную кислоту, органические кислоты в почвенном растворе, а также ионы водорода в почвенном поглощающем комплексе. Значительно снижается кислотность почв. На рис. 1-3 показано изменение ряда ключевых показателей почвенного покрова в зависимости от расстояния до карьера [3,4].

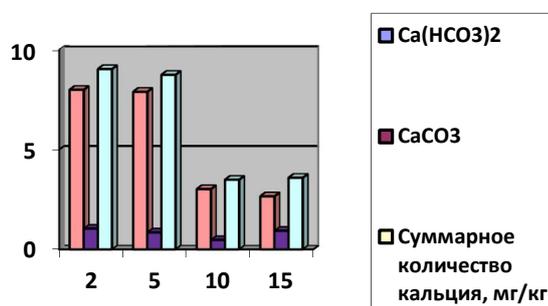


Рисунок 1- Изменение концентрации карбоната, гидрокарбоната и суммарной концентрации кальция на расстоянии 100 м от карьера

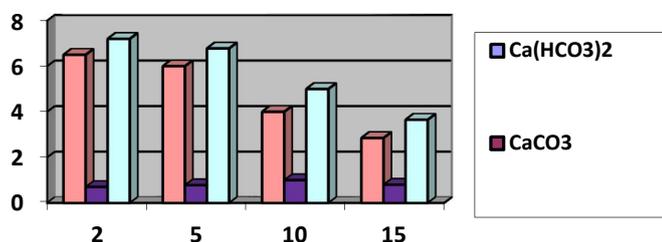


Рисунок 2- Изменение концентрации карбоната, гидрокарбоната и суммарной концентрации кальция на расстоянии 200 м от карьера

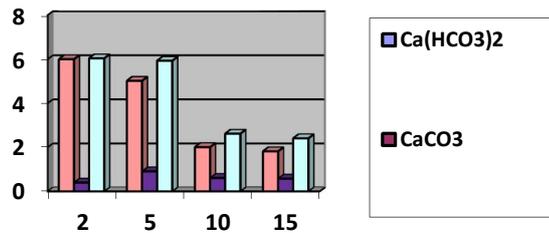


Рисунок 3 - Изменение концентрации карбоната, гидрокарбоната и суммарной концентрации кальция на расстоянии 300 м от карьера

При поступлении мелкодисперсной пыли доломита, образующегося в результате открытых горных работ, наблюдаются следующие процессы:

1) рост концентрации соединений кальция вблизи околоскарьерного пространства, который снижается к фоновым значениям по мере удаления от карьера;

2) нарушение естественного распределения содержания кальция и кислотности почвенных растворов;

3) изменение показателей pH в поверхностном слое почвы (до 10 см) в зависимости от расстояния точки измерения до карьера: чем ближе к карьере и меньше глубина измерений, тем выше концентрация кальция. Учитывая размер корневой системы травянистых и древесных растений, изменение водородного показателя почвы влияет на биологическое разнообразие травянистых растений и оказывает незначительное воздействие на древесные и кустарниковые растения, т.к. с увеличением глубины существенно снижается концентрация ионов кальция.

Таким образом, мелкодисперсная пыль доломита оказывает незначительное ингибирующее воздействие на травянистые растения, что все равно приводит к ухудшению биоразнообразия растений произрастающих вблизи околоскарьерного пространства.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Kachurin, N.M. Foundation and results of the monitoring environmental parameters / N.M. Kachurin, M.S. Komissarov, I.V. Ageeva // Energy Mining, New Technologies, Sustainable Development: 3rd International Symposium ENERGY MINING. Serbia, Apatin City. 2010. P. 39 – 45.

2. Ефремов, Э. И. Проблемы охраны окружающей среды при массовых взрывах на карьерах // Вестник АН УССР 1999. - № 8. - С. 64–70.

3. Антоненко, Н. А. Исследование изменчивости pH среды в разрезе почвенного слоя на землях, нарушенных горными работами / Н. А. Антоненко, Л. Э. Шейнкман // Региональная молодежная научно-практическая конференция Тульского государственного университета: Сборник докладов. Тула: Изд-во ТулГУ. - 2015. – 36 с.

4. Антоненко, Н. А. Влияние мелкодисперсной известковой пыли на состояние растительности / Н. А. Антоненко, Л. Э. Шейнкман. // Материалы конференции «Молодёжные инновации». - 2015. – С. 57.

5. Андроханов, В. А. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция / В. А. Андроханов, Е. Д. Куляпина // Новосибирск. 2004. - С. 150-153.

6. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды. Учебник. / А.И. Федорова, А.Н. Никольская - М: ВЛАДОС. 2003. 288 с.

7. Битюцкий, Н. П. Устойчивость злаков и двудольных растений к высокому содержанию карбоната кальция в почве / Н. П. Битюцкий [и др.] // Агрехимия. 2008. - № 2. С. 70-76.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛАЗЕРОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Лёдова А.В., студент, Ефимов В.Г., к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Одной из основных экологических проблем человечества в настоящее время является проблема изменения климата, для решения которой требуется поиск новых альтернативных источников энергии, энерго- и ресурсосберегающих технологий. В настоящее время особое внимание современной научной общественности обращено к поиску новых квантовых объектов с уникальными свойствами [1], которые могли бы обеспечить существенное ресурсосбережение и энергосбережение.

Одними из важнейших квантовых объектов с точки зрения фундаментальных, экспериментальных и прикладных исследований являются квантовые точки, квантовые нити, квантовые ямы, квантовые гетероструктуры. Поскольку на основе подобных квантовых объектов создаются совершенно новые материалы, обладающие уникальными свойствами, необходимыми для создания альтернативных источников энергии, внедрение квантовых объектов в технологический процесс требует знаний их электронной структуры и физических свойств. Квантовые объекты: точки, нити, гетероструктуры отличаются тем, что их физические свойства определяются квантовыми эффектами, которые описываются законами квантовой механики. Квантовые эффекты, а именно, необычное поведение электронов, атомов, молекул, которое кажется совершенно необъяснимым, странным, невозможным с точки зрения здравого смысла, по сравнению с тем, что справедливо в повседневном мире и для законов классической механики, оказывается возможным там, где действуют законы квантовой механики. Для реализации законов квантовой механики необходимо, чтобы характерные размеры квантовых объектов были сопоставимы с нанометровыми. Именно поэтому электроника, которая занимается разработкой электронных приборов, принцип работы которых базируется на квантовых эффектах, называется наноэлектроникой [2].

До недавнего времени логика развития полупроводниковой электроники была такова, что интегральные схемы, становясь все более и более сложными, объединяли все большее число элементов, поэтому энергосбережение и ресурсосбережение обеспечивалось путём увеличения плотности размещения транзисторов, диодов и других элементов за счет уменьшения их размеров.

Но сейчас один такой квантовый объект как, например, туннельный контакт способен заменить целую интегральную микросхему, состоящую из множества транзисторов, резисторов и конденсаторов [3,4]. И он является прорывным элементом в плане энергосбережения. Более того квантовые точки, ямы, нити, структуры, несмотря на свои весьма миниатюрные размеры, наноразмеры, способны накапливать большие энергии, в результате чего их при определенных условиях можно использовать в качестве лазеров. В чем же состоит отличие между выше перечисленными квантовыми объектами?

Квантовой ямой называется такой квантовый объект, в котором движение зарядов ограничено только в одном направлении. В качестве квантовой ямы может выступать очень тонкая, порядка нескольких десятков нанометров плёнка проводника или полупроводника. В квантовой нити заряженные частицы ограничены в движении уже не в одном, а в двух направлениях сразу, а в квантовых точках движение заряженных частиц ограничено в пространстве во всех трёх направлениях. Квантовой структурой, такой как туннельный контакт, называют наноструктуру, которая состоит из двух проводящих металлических электродов, разделённых между собой очень тонким слоем диэлектрика, толщиной в несколько нанометров. Схематически туннельный контакт изображен на рисунке 1.

С точки зрения классической механики, диэлектрик, расположенный между двумя металлами, представляет собой стену, так называемый «потенциальный» барьер для электронов, через который они не могут пройти из одного электрода в другой. Поэтому через такой контакт электрический ток течь не может. Однако, поскольку барьер очень тонкий, электроны как бы «просачиваются» через него из одного электрода в другой, тем самым создавая электрический ток. Это явление называется туннелированием и оно возможно только в квантовых структурах пока толщина диэлектрического слоя остается нанометровой. Такой туннельный контакт заменяет целый ряд обычных, полупроводниковых транзисторов [5].

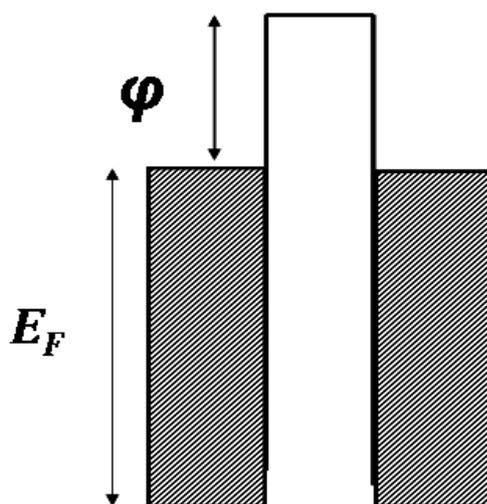


Рисунок 1 - Энергетическая диаграмма туннельного контакта с параметрами. Заштрихованные области - электроды.

Наиболее успешно квантовые структуры используются для создания лазеров. Уже сегодня эффективные квантовые устройства на квантовых ямах и квантовых точках применяются в волоконно-оптических линиях связи. Принцип работы любого лазера основывается на том, что, во-первых, необходимо создать инверсную заселённость энергетических уровней, это означает, что на более высоком энергетическом уровне должно находиться больше электронов, чем на нижнем. В то время как в состоянии теплового равновесия ситуация обратная. Во-вторых, каждому лазеру нужен оптический резонатор, который запирает электромагнитное излучение в рабочем объеме. Чтобы сделать из квантовой ямы лазер, её подсоединяют к двум проводящим электродам, которые обеспечивают непрерывный поток электронов в яму [2]. Из одного электрода электроны поступают в зону проводимости ямы, далее, совершая скачки из зоны проводимости в валентную зону, электроны будут излучать порцию энергии, называемую квантом. Затем через валентную зону электроны, излучившие кванты, уходят во второй электрод.

Порция квантов или другими словами, электромагнитного излучения, генерируемая лазером, должна быть сконцентрирована в рабочей области прибора. Для этого показатель преломления внутренних слоев должен быть больше, чем внешних, т.е. внутренняя область является волноводом. На границах волновода наносятся зеркала, которые образуют резонатор. Лазеры на квантовых ямах обладают преимуществом по сравнению с обычными полупроводниковыми лазерами. Поскольку, изменяя параметры, а именно, толщину квантовой ямы, можно добиться того, чтобы затухание электромагнитной волны в оптической связи было минимальным. Лазеры на квантовых структурах являются очень экономными. Их питают гораздо меньшие токи, чем

полупроводниковые лазеры и дают больше света на единицу потребляемой энергии. Также большой интерес представляют лазеры на квантовых точках.

Таким образом, использование квантовых объектов для создания лазеров является важным элементом энергосбережения и ресурсосбережения, позволяющим снизить энергоёмкость российской экономики в соответствии со стратегией социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Реализация проектов будет способствовать снижению эмиссии парниковых газов.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Пономарёв, Л.И. Под знаком кванта. М.: учебное пособие. / Л.И. Пономарёв. - М.: Физматлит, 2007. – 384 с.
2. Демиховский, В.Я. Квантовые ямы, нити, точки. Что это такое? / В.Я. Демиховский // Соросовский образовательный журнал. №5. – 1997. - С. 80 – 86.
3. Хачатуров, А. И. Качественный анализ спин-зависимого туннелирования в контактах ферромагнитный металл – изолятор – ферромагнитный металл / А. И Хачатуров // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2005. – Т. 82. - № 10. – С. 728-733.
4. Khachaturova, T.A. Volt-Ampere Characteristics of Tunnel Junctions from Ferromagnetic Materials / T.A. Khachaturova // Advanced Materials and Technologies. – 2017. –Т. №3. – С.47-51.
5. Хачатурова, Т.А. Отрицательная дифференциальная проводимость туннельных структур металл-диэлектрик-металл / Т.А. Хачатурова, А.И. Хачатуров // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2008. – Т. 134. - № 5. – С. 1006-1012.